

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ
ТА ДИЗАЙНУ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Михайла Остроградського
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

**МАТЕРІАЛИ
II ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ,
АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»**



**19–20 листопада 2020 року
м. Ізмаїл**

Зареєстровано в Державній науковій установі «Український інститут науково-технічної інформації (УкрІНТЕІ)» за № 658 від 27.10 2020р.

Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку: Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції м. Ізмаїл, 19–20 листопада 2020 р. – Ізмаїл: вид-во Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, реєстр. УкрІНТЕІ №658 27.10.2020, 2020. – 163 с.

Голова оргкомітету конференції:

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті ДФМРТ ДУІТ

Відповідальний секретар конференції:

Медведєва О.Ю. – к.філол.н., доцент, доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті ДФМРТ ДУІТ

Технічний секретар конференції:

Голубєва С.М. – ст. викладач кафедри електрообладнання та автоматики водного транспорту ДУІТ

До електронного збірника увійшли матеріали доповідей, поданих на II Всеукраїнську інтернет-конференцію студентів, аспірантів та молодих вчених «Технічні науки в Україні: сучасні тенденції розвитку», яка була організована та проведена кафедрою судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій (м. Ізмаїл) спільно з Вінницьким національним технічним університетом; Київським національним університетом технологій та дизайну; Кременчуцьким національним університетом імені Михайла Остроградського; Київським національним університетом будівництва і архітектури; Миколаївським національним аграрним університетом; Східноукраїнським національним університетом імені Володимира Даля (м.Сєверодонецьк, Луганська обл.), за підтримки та за планом Міністерства освіти і науки України 2020р.

Електронне наукове видання містить результати досліджень студентів, магістрантів, аспірантів та молодих вчених у наступних галузях знань: розвиток метрології та інформаційно-вимірювальних технологій; електромеханічні системи та автоматизація; електроніка та приладобудування; сучасне машинобудування; енергозбереження та ефективність у техніці; морський, річковий, залізничний та автомобільний транспорт.

Матеріали подано в авторській редакції

© ДФМРТ Державний університет інфраструктури та технологій, 2020

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова

Панін В.В. – д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України, ректор Державного університету інфраструктури та технологій.

Заступники голови

Тимошук О.М. – д.т.н., професор, директор Київського інституту водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного Державного університету інфраструктури та технологій, член-кореспондент Транспортної академії України, член асоціації слов'янських професорів;

Скок П.О. – к.н. з держ. упр., доцент, проректор з наукової роботи Державного університету інфраструктури та технологій, член-кореспондент Транспортної академії України, дійсний член асоціації слов'янських професорів;

Дакі О.А. – д.т.н., доцент, в.о. декана Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій.

Члени наукового комітету

Біліченко В.В. – д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету;

Брайковська Н.С. – к.т.н., професор, директор Інституту залізничного транспорту Державного університету інфраструктури та технологій, академік Транспортної Академії України, Почесний працівник транспорту України, академік Міжнародної Академії безпеки життєдіяльності, Почесний залізничник України, відмінник освіти України;

Горобченко О.М. – д.т.н., професор кафедри транспортного рухомого складу залізниць Державного університету інфраструктури та технологій, головний редактор Збірника наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій «Транспортні системи та технології»;

Мазуренко Л.І. – д.т.н., професор, завідувач відділу електромеханіки Інституту електродинаміки НАН України, завідувач кафедри електротехніки та електроприводу Київського національного університету будівництва і архітектури;

Новіков О.Є. – д.е.н., професор, проректор з наукової роботи Миколаївського національного аграрного університету;

Подольцев О.Д. – д.т.н., головний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України;

Поліщук Л.К. – д.т.н., професор, завідувач кафедри галузевого машинобудування Вінницького національного технічного університету;

Поляков А.П. – д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету;

Попович О.М. – д.т.н., провідний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України;

Потриваєва Н.В. – д.е.н., професор, завідувач науково – дослідного відділу Миколаївського національного аграрного університету;

Соколов В.І. – д.т.н., професор, завідувач кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;

Ставинський А.А. – д.т.н., професор, завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету;

Чорний О.П. – д.т.н., професор, директор Інституту електромеханіки, енергозбереження і систем управління Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського;

Шебанін В.С. – д.т.н., професор, Заслужений діяч науки і техніки України, академік Національної академії аграрних наук України, ректор Миколаївського національного аграрного університету;

Шведчикова І.О. – д.т.н., професор, професор кафедри енергоменеджменту та прикладної електроніки Київського національного університету технологій та дизайну;

Артюх В.М. – к.т.н., старший науковий співробітник, доцент кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету;

Голенков Г.М. – к.т.н., доцент кафедри електротехніки та електроприводу Київського національного університету будівництва і архітектури;

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Кріль О.С. – к.т.н., професор кафедри машинобудування та прикладної механіки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля;

Медведєва О.Ю. – к.ф.н., доцент кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Садовий О.С. – к.т.н., старший викладач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Миколаївського національного аграрного університету;

Склярєнко І.Ю. – к.п.н., доцент, старший науковий співробітник науково-дослідного сектору Державного університету інфраструктури та технологій;

Сьомін О.А. – к.т.н., доцент, декан факультету експлуатації технічних систем на водному транспорті Державного університету інфраструктури та технологій;

Твердомед В.М. – к.т.н., доцент, декан факультету Інфраструктура і рухомий склад залізниць Державного університету інфраструктури та технологій, академічний радник Транспортної академії України;

Урум Н.С. – к.п.н., доцент кафедри природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Штрибець В.В. – к.т.н., старший викладач кафедри судноводіння та експлуатації технічних систем на водному транспорті Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій;

Якусевич Ю.Г. – к.т.н., доцент кафедри природничо-математичних та інженерно-технічних дисциплін Дунайського факультету морського та річкового транспорту Державного університету інфраструктури та технологій.

ЗМІСТ

Секція: РОЗВИТОК МЕТРОЛОГІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНО – ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

<i>Торопов А.С., Морнева М.О.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	11
<i>Ушаков О.С., Урум Н.С.</i> РОЛЬ МОРЕХІДНОЇ АСТРОНОМІЇ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ	13
<i>Шевкун Р.Ю., Філімоненко К.В.</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АСКОЕ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ PLC ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ	16

Секція: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

<i>Білоус А.Р., Смолянінов В.Г.</i> САМОКОМУТАЦІЯ ЛІНІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИСТРОЮ	19
<i>Гончарук Я.С., Тараненко С.В.</i> РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЯКІРНО- ШВАРТОВОГО ПРИСТРОЮ	21
<i>Ходько С.А., Тараненко С.В.</i> ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНІ ДВИГУНИ З ПЕРІОДИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ	25
<i>Чалок Б.В., Якусевич Ю.Г.</i> ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА РОБОТИ СИНХРОННИХ МАШИН	29
<i>Шумський Є.В.</i> РОЗРОБКА МОДЕЛІ АВТОНОМНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПАРАЛЕЛЬНО ПРАЦЮЮЧИМИ АСИНХРОННИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ З ВЕНТИЛЬНИМ ЗБУДЖЕННЯМ	31

Секція: ЕЛЕКТРОНІКА ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

<i>Аржинт А.І., Якусевич Ю.Г.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛІННЯ АСИНХРОННИХ МАШИН	35
<i>Варфоломійєв І.В., Непом'ящий Д.Е., Мардзявко В.А.</i> КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВУЗЛА УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	36
<i>Никитюк Є.Ю., Голубєва С.М.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ	39
<i>Решетнік А.О., Голубєва С.М.</i> АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВИРОБНИКІВ ПУЛЬСОКСИМЕТРІВ	42

<i>Куценко О.О., Руденко А.Ю.</i> РОЗРОБКА РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ КАМЕРИ ОЗОНАТОРА	45
<i>Щукін А.Г., Кунденко М.П.</i> ОБРОБКА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ	48

Секція: СУЧАСНЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

<i>Алієв В.У., Кроль О.С.</i> ОЦІНЮВАННЯ ЖОРСТКОСТІ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ АРМ GRAPH	51
<i>Алієв В.У., Кроль О.С.</i> МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНО-ДЕФОРМАЦІЙНОГО СТАНУ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ АРМ STRUCTURE-3D	54
<i>Алтухов В.М., Боровік П.В.</i> ПРО СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ЯК ВИХІДНОГО ПАРАМЕТРУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ	56
<i>Герасименко І.В., Алтухов В.М.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОЧІННІ ЖАРОМІЦНОГО НІКЕЛЕВОГО СПЛАВУ ХН67МВТЮ	59
<i>Гутник А.З., Кузнєцов Ю.М.</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ З ЧПК	61
<i>Дем'янов О.В., Попов С.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОЧУВАННЯ ШИЙОК МАЛОНАВАНТАЖЕНИХ ВАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	64
<i>Костюкевич А. В., Алтухов В. М.</i> ПОРІВНЯЛЬНА ОБРОБЛЮВАНІСТЬ РІЗАННЯМ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ В УМОВАХ ТОЧІННЯ	66
<i>Подройко Є.О., Маслов С.Ю., Сергієнко О.В.</i> МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З ВАЖКООБРОБЛЮВАНОВОГО МАТЕРІАЛУ	68
<i>Сомов Д.О., Кузнєцов Ю.М.</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ОДНОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ З ЧПК	71
<i>Степанова О.Г.</i> ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМИ ПРИВОДАМИ	73

**Секція: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
В ТЕХНІЦІ**

<i>Боляк А.В., Севлісян В.С., Ставинський А.А.</i> ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АСИНХРОНОГО ДВИГУНА З ЗОВНІШНІМ РОТОРОМ	76
<i>Бурим А.С., Шведчикова І.О.</i> ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА	79
<i>Гнатюк А.Є., Ставинський А.А.</i> АНАЛІЗ НАГРІВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРА І СИСТЕМИ ЙОГО ОХОЛОДЖЕННЯ	81
<i>Gnatyuk A., Sadovoy A.</i> COMPARATIVE ANALYSIS OF MATERIAL CONSUMPTION OF PLANAR AND SPATIAL ELECTROMAGNETIC SYSTEMS	83
<i>Гордієнко О.М., Башмаков І.О., Кошкін Д.Л.</i> АНАЛІЗ МЕТОДУ РОЗРЯДНО – ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ ОПРІСНЕНОЇ ВОДИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ ПРИРОДНИХ ГРОЗОВИХ ПРОЦЕСІВ	86
<i>Григор'єв М.І., Бомк О.О., Потривасєва Н.В.</i> КОМБІНОВАНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ АКУМУЛЯТОРНОЇ ЕЛЕКТРОКАРИ	91
<i>Єребакан І.І., Старцев М.О., Губаревич О.В.</i> АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ПРОБЛЕМ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	94
<i>Мелконова І.В., Шведчикова І.О.</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ ПІДСТАНЦІЇ 110/35/10 КВ	97
<i>Kriukov M., Zaitseva D.</i> ENERGY SAVING POTENTIAL: LUMINESCENT LAMPS VS INCANDESCENT LAMPS	99
<i>Крюков М.А., Тришин В.В.</i> СУЧАСНИЙ СТАН СВІТОВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ	101
<i>Старцев М.О., Єребакан І.І., Губаревич О.В.</i> ПІДВИЩЕННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗАСОБАМИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ	102
<i>Тараненко В.В., Вахоніна Л.В.</i> КЛАСИЧНІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ СПОСОБИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ	106
<i>Харченко Є.В., Клещов А.Й.</i> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ КИЄВА В АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ДЛЯ ЦЕМЕНТНОЇ ГАЛУЗІ	110

<i>Циганенко І.А., Харченко М.О., Шавьолкін О.О.</i> КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ ТА АКУМУЛЯТОРОМ	112
<i>Шатна О.А., Клецов А.Й.</i> ВПЛИВ COVID-19 НА ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УКРАЇНІ	113

Секція: МОРСЬКИЙ ТА РІЧКОВИЙ ТРАНСПОРТ

<i>Аржинт А.І., Тришин В.В.</i> СУЧАСНІ СУДНОВІ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ	116
<i>Бажак О.В.</i> ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОПИСУ ГЕОМЕТРІЇ НЕІДЕАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ	118
<i>Бошков Д.П., Рященко О.І.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ З'ЄДНАНЬ ЗБІРОК ЗА ДОПОМОГОЮ ДОДАТКА САПР	121
<i>Карайван М.С., Урум Н.С.</i> ЕРГОНОМІКА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ, ЇЇ АСПЕКТИ	124
<i>Кінар М.О., Дакі О.А.</i> ПЕРЕВАГИ БЕЗПЛОТНОГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ В СУЧАСНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ	127
<i>Кінар М.О., Дорофєєва З.Я.</i> МІЖПРЕДМЕТНИЙ ХАРАКТЕР ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ	129
<i>Кулік О.О., Тихонова І. Ю.</i> ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ В ДУНАЙСЬКОМУ ІНСТИТУТІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»	132
<i>Островерхов В.В., Давидов В.С.</i> ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА СУДНАХ	134
<i>Ожог О.М., Войченко Т.О.</i> НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАВІГАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА	136
<i>Пею І.В., Байрамова О.В.</i> ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ МОРСЬКОЇ ОСВІТИ	139
<i>Ротар В.В., Урум Н.С.</i> ПСИХОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ "ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР" БЖД	141
<i>Стріжак І.В., Дорошева А.О.</i> ПОРТОВЕ ГОСПОДАРСТВО ЯК БАЗА ДЛЯ РОЗБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ м.МИКОЛАЇВ): ІСТОРИЧНА РЕТРОСПЕКТИВА	144

<i>Стороженко А.А., Чередник В.М.</i>				
АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗЕКІПАЖНОГО СУДНА				146
<i>Strizhak I., Riabchuk I.</i>				
RT-FLEX ENGINE, ELECTRONIC ENGINE-CURRENT INNOVATION				149
<i>Терзіогло Д.В., Рященко О.І.</i>				
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В СУДНОБУДІВНОМУ КРЕСЛЕННІ				151
<i>Мельник О.В., Тимощук О.М.</i>				
ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ НА АВАРІЙНІСТЬ ПРИ БУНКЕРУВАННІ				154
<i>Chernov D., Leontieva I.</i>				
PROFESSIONAL AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF SAFETY ONBOARD A SHIP				157

Секція: АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

<i>Ободчук С.І., Шевченко С.І.</i>				
ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДГРІВАЧА ПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ				160

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Торопов А.С. – викладач, andrei4ic1986@gmail.com

Морнева М.О. – к.т.н., доцент, morneva@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим, що електрична енергія як товар використовується у всіх сферах життєдіяльності людини, володіє сукупністю специфічних властивостей і безпосередньо бере участь при створенні інших видів продукції, впливаючи на їх якість. Поняття якості самої електричної енергії (ЯЕЕ) відрізняється від поняття якості інших видів продукції. Кожний електроприймач (ЕП) призначений для роботи при визначених параметрах електричної енергії: номінальних частоті, напруги, струму і т. і., тому для нормальної його роботи повинна бути забезпечена необхідна ЯЕЕ. Таким чином, ЯЕЕ визначається сукупністю її характеристик, при яких ЕП можуть нормально працювати і виконувати закладені в них функції.

ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» (далі ГОСТ) встановлює показники і норми ЯЕЕ в електричних мережах систем електропостачання загального призначення змінного трифазного і однофазного струму частотою 50 Гц в точках, до яких приєднуються електричні мережі, які знаходяться у власності різних споживачів електричної енергії, або приймачі електричної енергії (точки загального приєднання). Якісна електрична енергія на місці виробництва не гарантує ту саму якість на місці споживання. ЯЕЕ до і після включення, в точці його приєднання до електричної мережі, може бути різною. Норми ЯЕЕ, встановлені ГОСТом, являються рівнями електромагнітної сумісності.

Під електромагнітною сумісністю розуміють здатність ЕП нормально функціонувати в електромагнітному середовищі (в електричній мережі, до якої він приєднаний), не створюючи недопустимих електромагнітних завад для інших ЕП, що функціонують в тому ж середовищі.

Проблема електромагнітної сумісності промислових ЕП з живильною мережею гостро виникла у зв'язку з широким використанням потужних

вентильних перетворювачів, дугових сталеварних печей, зварювальних установок, які при всій своїй економічності і технологічній ефективності впливають негативним чином на ЯЕЕ.

Побутові ЕП, як і промислові, також повинні мати електромагнітну сумісність з іншими ЕП, підключеними в загальну електромережу, не знижувати ефективність їх роботи і не погіршувати показники ЯЕЕ.

ЯЕЕ в промисловості оцінюється по техніко-економічним показникам, які враховують збиток внаслідок псування матеріалів і обладнання, розладу технологічного процесу, погіршення якості продукції, що випускається, зниження продуктивності праці - так званий технологічний збиток. Крім того, існує і електромагнітний збиток від неякісної електроенергії, який характеризується збільшенням втрат електроенергії, виходом з ладу електротехнічного обладнання, порушенням роботи автоматики, телемеханіки, зв'язку, електронної техніки.

ЯЕЕ тісно пов'язана з надійністю електропостачання, оскільки нормальним режимом електропостачання споживачам електроенергії є такий режим, при якому споживачі отримують електроенергію безперебійно, в кількості наперед узгодженою з енергопостачальною організацією і нормованою якості.

Висновок. Останнім часом спостерігається тенденція до різкого збільшення кількості споживання електроенергії у зв'язку з невинним технічним прогресом як у сфері виробництва, так і внаслідок зростання забезпеченості населення електронною та електропобутовою технікою, а існуючі ЛЕП не спроектовані на підвищене навантаження і, як наслідок, не спроможні постачати якісну електроенергію кожному споживачу.

Л і т е р а т у р а

1. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. [Введ.01.01.2000]. – К.: Изд-во стандартов, 1998; Госстандарт Украины, с доп. и попр., 1999. – 31 с.

2. Методика вимірювання якості електричної енергії в системах електропостачання загального при-значення: СОУ-Н ЕЕ40.1-37471933-55:2011 [Чинна з 31.10.2011]. - К.: Міненерговугілля, 2012. – 98 с.

РОЛЬ МОРЕХІДНОЇ АСТРОНОМІЇ В ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Ушаков О.С. - студент, premiumalex77@gmail.com

Урум Н.С. - к.пед.н., доцент, nataliiaurum@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена забезпеченням безпечного, за можливістю, швидкого і економічно вигідного переходу судна з одного пункту в інший. В процесі плавання штурманський склад веде безперервний відлік шляху судна за допомогою різних навігаційних посібників і приладів.

Морехідна астрономія - одна з наук судноводіння. Предметом її є визначення місця судна, і поправки компаса за спостереженнями небесних світил.

Для виконання астрономічних спостережень не потрібні берегові споруди. Точність рішення астрономічних завдань не залежить від відстані до берега. Судноводій володіє такими повноваженнями, як місце судна або окремими координатами, поправку компаса і деякі інші дані в будь-якому районі Світового океану. Єдине обмеження при цьому - необхідність задовільних метеорологічних умов (чисте небо і ясно видимий горизонт).

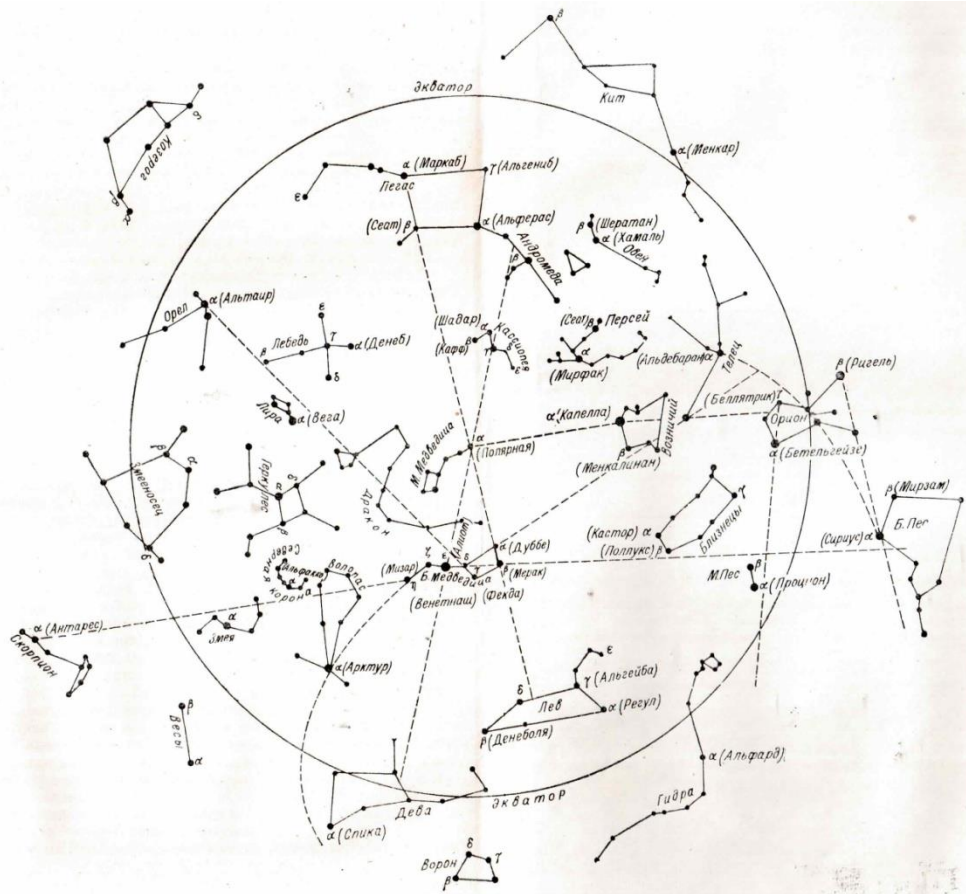


Метою роботи є проведення оглядового аналізу основ сферичної та практичної астрономії, математичної базою для яких служать висновки і положення сферичної геометрії та тригонометрії.

Сферична астрономія вивчає способи координування небесних світил на допоміжній сфері, закони видимого руху світил, вимірювання місцевого і гринвіцького часу.

В практичній астрономії розглядається будову в ній приладів, способи і прийоми спостережень з ними, а також теорію і практику вирішення завдань, в

яких використовуються результати цих спостережень.

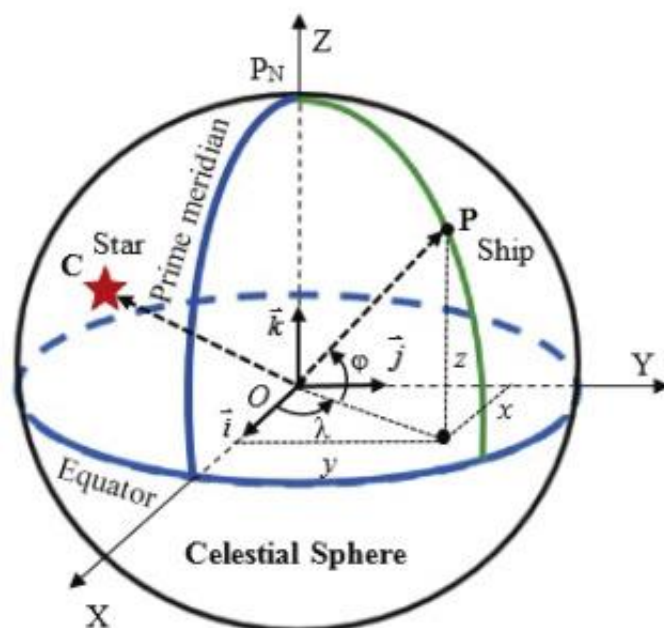


З давніх часів велися спостереження за зоряним небом для визначення напрямків у морі. Перші науково обґрунтовані методи визначення широти (по висоті, або вертикальному кутку, Полярної зірки і по висоті Сонця опівдні) з'являються в період великих географічних відкриттів XV-XVIII ст.

В наш час, для визначення місця за спостереженнями земних предметів необхідно знати їх розташування на карті, тобто на поверхні земної кулі. В морехідній астрономії також потрібно знати положення орієнтирів на небосхилі. При цьому астрономічні орієнтири (світила) на відміну від берегових предметів безперервно змінюють своє положення на небосхилі.

Рух світил найлегше уявити і зобразити на допоміжній сферичній поверхні, тому для полегшення вирішення практичних завдань і виведень теоретичних положень в астрономії введено поняття небесної сфери, на якій як би розміщені всі світила. Допоміжна небесна сфера є суто геометричним умовним поняттям і не зображує, як нам здається, спостережувані візуально небесні накопичення.

Центр небесної сфери прийнято розташовувати в певних точках, наприклад в точці, що відповідає оку спостерігача, або в центрі Землі. При цьому виходять різні зображення однієї і тієї ж допоміжної небесної сфери.



При вивченні зоряного неба користуються зоряними картами, складеними в певних картографічних проекціях, тому при зіставленні зоряного неба з картою необхідно враховувати спотворенні зображення в цих проекціях.

Всі зірки в залежності від видимого блиску діляться на класи, звані зоряними величинами. Цей термін, звичайно, не відноситься до дійсного розміру зірок.

Висновки. В екстремній ситуації знання астронавігації можуть виявитися дуже корисними. Її головна перевага полягає в тому, що не потрібно мати під рукою карту або електроніку, всі знання зберігаються в голові у судноводія. Єдиний її недолік – це використання цих знань тільки тоді, коли на небі видно зірки або сонце.

На сьогоднішній день вже давно існує такі засоби навігації як GPS, AIS, ECDIS та ін., що допомагають орієнтуватися в будь-якій точці світу. Однак протягом деяких століть мореплавці ходили, орієнтуючись тільки на зірки. Їх точність не зрівняється ні з яким електронним приладом, так як останні не застраховані від несправності системи, механічної поломки або ж втрати сигналу. Ну і можна сказати, що технології розвиваються, а кінцева мета ніяк не змінюється!

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ АСКОЕ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ PLC ДЛЯ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Шевкун Р.Ю. – магістрант, shevkun.roman.ju@gmail.com
Філімоненко К.В. – к.т.н, доцент, kostiantyn.kun@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Метою роботи є аналіз ефективності впровадження для побутових споживачів системи АСКОЕ, заснованої на PLC технології зв'язку. Внаслідок впровадження автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії з'являється можливість звести до мінімуму, а в деяких випадках, повністю виключити ряд економічних втрат в електричних мережах. Додатковими перевагами системи є можливості фіксації погодинного графіку навантажень, що дозволяє визначити завантаженість трансформаторних підстанцій. Інтегрована АСКОЕ дозволяє відстежувати основні показники роботи підстанції [1, с.14, 19].

Об'єктом дослідження є система АСКОЕ в двох схожих мікрорайонах міста Сєвєродонецьк: в одному з мікрорайонів встановлено систему АСКОЕ-Побут, а в другому – ні. Ці мікрорайони було обрано через свою інфраструктурну схожість. Нижче наведені схеми електропостачання житлових багатоповерхових будинків.

При розгляді схеми електропостачання багатоповерхового будинку без системи АСКОЕ, втрати електричної енергії в кабелях котрої за схемою, що є після лічильника Wh1, визначити фактично й точно не можливо. Спожита електроенергія, що обліковується всіма лічильниками, знімається хаотично із розбіжностями, котрі присутні навіть при контрольних оглядах співробітниками розподільчої компанії. Співробітники, згідно діючих правил, повинні проводити контрольні огляди не рідше одного разу за 6 місяців [2, с.37]. Саме тому визначення технологічних та комерційних втрат в даній схемі постачання є дуже відносним. Розрахунок втрат має невелику, або навіть значну, похибку і не дає чіткої картини корисного відпуску та ефективності роботи електророзподільної організації [2, с.78].

При розгляді схеми постачання будинку оснащеного системою АСКОЕ, коли всі втрати у багатоповерховому житловому будинку обліковуються лічильником Wh2, відпадає потреба в облаштуванні окремого лічильника та обслуговування окремих ліній для загальнобудинкових потреб й освітлення (одна з причин комерційних втрат – це некваліфікована робота персоналу, котрий обслуговує будинок, і при виході з ладу електричних мереж загальнобудинкового призначення персонал підключає освітлення до безоблікових ліній, від яких живляться квартири).

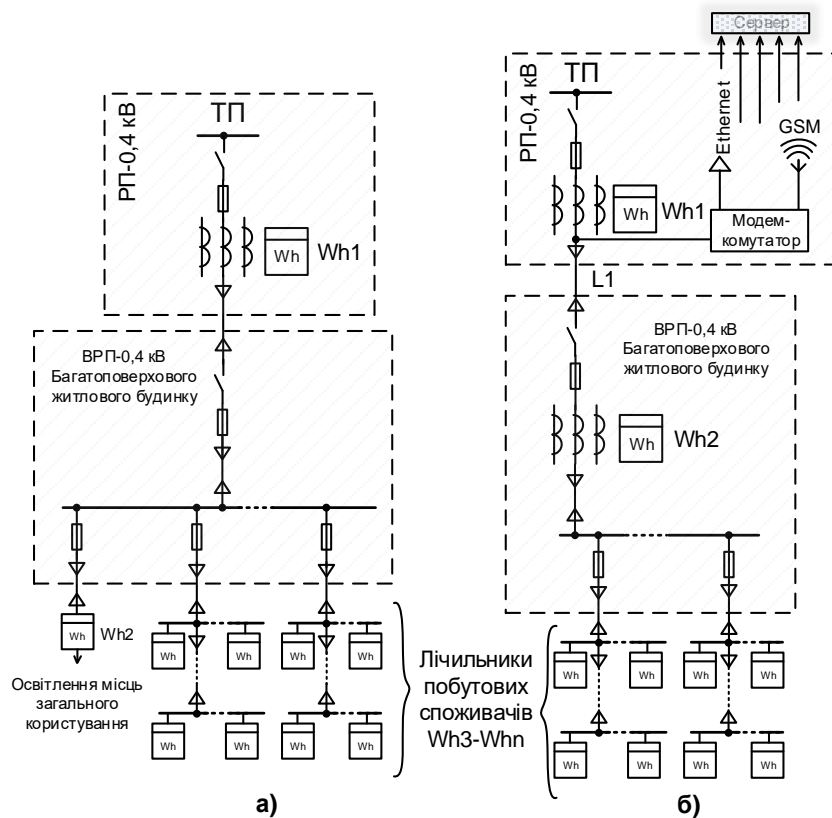


Рис. – Однолінійна схема постачання багатоповерхового житлового будинку:
 а) без системи АСКОЕ; б) з системою АСКОЕ

При використанні АСКОЕ 90 % комерційних втрат (самовільне підключення, зупинка споживачем лічильнику тощо) в будинкових лініях покладається на мешканців будинку, що спрощує роботу для працівників електророзподільної компанії [3]. Покази з лічильників, які зображені на схемі «б», знімаються одночасно та передаються на віддалений сервер – це дає чітку картинку споживання електроенергії. У даній схемі відключення споживачів, що користуються електроенергією та не сплачують за її споживання, відбувається дистанційно, відновлення електропостачання після сплати рахунків відбуваються також віддалено, що забирає значно меншу часу ніж зазвичай). Втрати в кабельній лінії L1, від якої живиться багатоповерховий житловий будинок, визначаються автоматично на віддаленому сервері АСКОЕ.

Основним недоліком даної системи АСКОЕ є те, що через легку інтеграцію за рахунок використання існуючих живильних проводів та кабелів, система PLC має низьку стабільність передачі даних і малу швидкість передачі, порівняно з іншими варіантами виконання. Також на ранніх стадіях програмного забезпечення в наслідок збоїв система після відключення / ввімкнення напруги не запускала.

У результаті проведення дослідження можна зробити *висновок*, що модернізація існуючих систем обліку електроенергії дає набагато більше позитивних ефектів, ніж негативних. Вона сприяє покращенню як самої системи обліку та зменшенню відсотку комерційних втрат, так і підвищенню показників якості постачання електричної енергії. Система АСКОЕ виконує, окрім своєї основної задачі – обліку електричної енергії, також додаткові функції, а саме: аналіз небалансів в розподілі електричної енергії, обмеження та відновлення розподілу електроенергії неплатникам та тощо.

Л і т е р а т у р а

1. Коцар О.В. Автоматизовані системи контролю, обліку та управління енерговикористанням: навч. посібн. / О. В. Коцар. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 44 с.
2. НКРЕКП. Постанова від 14.03.2018 № 312. Про затвердження Правил роздрібного ринку електричної енергії [Електронний ресурс] // Видання офіційне, 2018. – Режим доступу <https://www.nerc.gov.ua/?id=31833>
3. Про затвердження Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку від 17 квітня 2000 року N 32/28/28/276/75/54. [Електронний ресурс] // Видання офіційне, 2020. – Режим доступу http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN4936.html

САМОКОМУТАЦІЯ ЛІНІЙНОГО КРОКОВОГО ПРИСТРОЮ

Білоус А.Р. – магістрант, anasstasia.b@ukr.net
Смолянінов В.Г. – к.т.н., доцент, 701_701@ukr.net

Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження зумовлена більш широким впровадженням лінійних крокових пристроїв, зокрема, лінійних електромагнітних механізмів та двигунів (ЛЕМД), для автоматизації технологічних процесів, що за допомогою напівпровідникового перетворювача при керуванні обмотками ЛЕМД реалізують самокомутацію рухомої ланки ЛЕМД.

Метою роботи є проведення оглядового аналізу функціонування ЛЕМД при різних режимах роботи, що за допомогою самокомутації ЛЕМД, дозволяють істотно підвищити діапазон робочої швидкості, стійкості і якості руху.

Для виявлення особливостей самокомутації ЛЕМД розглянемо ідеалізовані характеристики статичного синхронізуючого зусилля чотирифазного двигуна (рис.1).

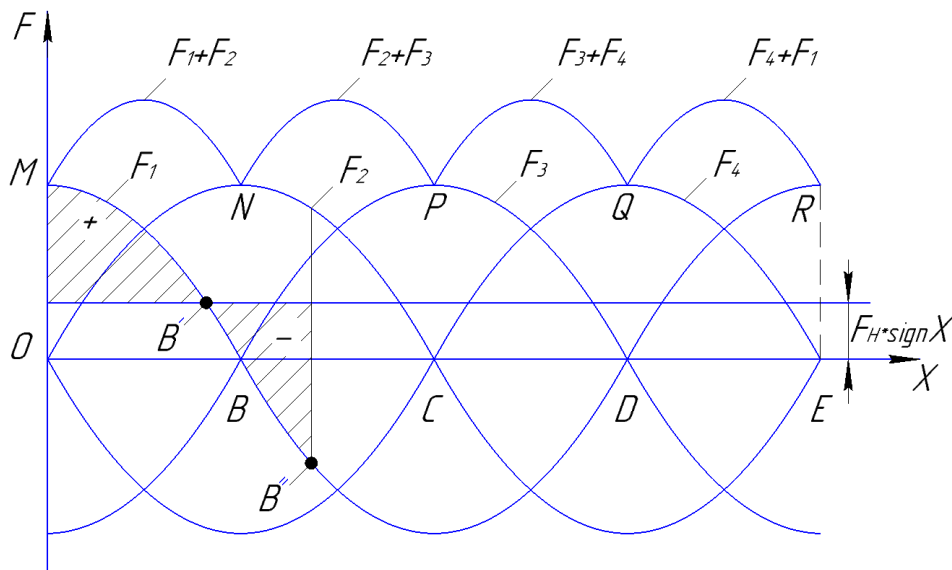


Рис.1 – Характеристики статичного синхронізуючого зусилля чотирифазного двигуна

При роботі з розімкненою системою керування якір двигуна, нерухомий до

початку комутації, знаходиться у вихідній точці 0 стійкої рівноваги [1, 2]. При почергової комутації фаз для переміщення якоря вправо по рис. 1, включається фаза 1, якір потрапляє в прискорює поле сил F_1 , прискорюється і накопичує кінетичну енергію на ділянці розгону ОВ, яка визначається площею, укладеної між кривою $F_1(x)$ і лінією, що зміщена від вісі абсцис на величину навантаження типу сухе тертя ($F_n * \text{sign}X$). При цьому можливі наступні варіанти. Якщо під дією запасу придбаного при позитивному прискорюючому полі кінетичної енергії якір до моменту перемикавання обмоток керування по інерції дійде до точки В, то на ділянці після точки В він попадає під дію сил гальмування, енергія яких пропорційна заштрихованій на рис. 1 ділянці площею, позначеною негативним знаком. Крім того, поле прискорюючих сил включеної тепер фази 2 в цьому місці менше свого максимального значення, яке було б в точці перемикавання В, то залишиться невикористаною частина енергії прискорення фази 1. Аналогічні явища мають місце і при парній комутації фаз двигуна. Таким чином, в розімкнутих системах поряд з прискорюючими силами мають місце гальмівні, причому збільшення енергії, що підводиться до двигуна, збільшує як одні, так і інші сили. Дія гальмівних сил може бути зменшена, а енергія прискорюючих сил може бути повністю використана, для чого необхідно в початковий момент включити обидві фази 1 і 2, а в момент часу, відповідний положенню точки В, відключити фазу 1 і включити фазу 3. Тоді на ділянці ВД рух буде визначатися спільною дією сил F_2 і F_3 , а потім в точці Д відключається фаза 2 і включається фаза 4 ($F_3 + F_4$) і т.д. При такому режимі механічна енергія, що розвивається двигуном, буде пропорційна площі, укладеної між кривою MNPQR (від позначки М по шляху $F_1 + F_2$ до позначки N і т.д.) і віссю абсцис, якір його буде розганятися з максимально можливою для даної конструкції швидкістю. До того ж швидкість його буде функцією прикладеної до двигуна електричної енергії, що вказує на можливість керування швидкістю шляхом регулювання напруги.

Використання при самокомутації ЛЕМД датчиків кроків різного типу, призводить або до ускладнення конструкції приводу, або до збільшення приєднаної маси рухомої частини і погіршення через це динамічних і енергетичних показників. Іноді в замкнутих системах керування для забезпечення самокомутації використовують датчик струму, що включається в кожний ланцюг обмоток керування ЛЕМД [3]. При цьому комутація відбувається в момент, коли величина струму досягла сталого значення, що, як правило, відбувається тоді, коли якір вже зайняв положення магнітної рівноваги і надлишок енергії який продовжує надходити в обмотку ЛЕМД призводить до її марних втрат. Проаналізувавши криві струму $I(t)$ обмоток ЛЕМД [4], можна помітити, що вони мають деякі характерні ділянки, що містять інформацію про рух якоря та його положення відносно магнітного рівноваги в секції ввімкненої обмотки ЛЕМД, що

при відповідному керуванні обмотками забезпечить самокомутацію ЛЕМД з максимальною швидкістю при мінімумі енергоспоживання.

Висновок. В результаті проведеного аналізу, розглянута дія як прискорюючих так і гальмівних сил на пересування якоря ЛЕМД, зазначено, що самокомутація ЛЕМД згідно зміні величини струму в обмотка, дозволяє підвищити діапазон робочої швидкості, стійкості і якості руху без додаткових датчиків приєднаних до конструкції ЛЕМД, що потребує розробки як нових конструктивних рішень ЛЕМД так і засобів для їх реалізації.

Л і т е р а т у р а

1. Гнатов А. В. Теорія електроприводу транспортних засобів: підручник / А.В. Гнатов, Щ. В. Аргун, І. С. Трунова. - Харків: ХНАДУ, 2016. - 292 с.
2. Емельянов А. В. Шаговые двигатели: учеб. пособие / А. В. Емельянов, А. Н. Шилин. - Волгоград: ВолгГТУ, 2005. - 48 с.
3. Электромагнитный привод робототехнических систем: монография / [А.А. Афонин, Р.Р. Белозер, В.В. Гребеников и др.]. - Киев: Наук. думка, 1986. - 272 с.
4. Смолянінов В. Г. Енергоефективне керування лінійним кроковим пристроєм / В. Г. Смолянінов, О. М. Сухопара // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – К.:КНУТД, 2019. – Вип. 4 (136). – С. 49-57.

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЯКІРНО-ШВАРТОВОГО ПРИСТРОЮ

Гончарук Я.С. – студент, gon4yarak@gmail.com
Тараненко С.В. – к.т.н., доцент, svtarsvmi@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

У теперішній час електроприводи якорно-швартових механізмів з багатошвидкісним асинхронним електродвигуном не задовольняють вимогам, що пред'являються до сучасного електрообладнання. У практиці визначення потужності виконавчих електродвигунів якірних і якірно-швартових механізмів розрахункове значення номінального моменту встановлюють по найбільшому моменту M_k навантажувальної діаграми. При рушанні двигуна виявляються підвищеним і статичні коефіцієнти тертя окремих пар механізму передачі. У статті розглянуті можливості поліпшення напруженого режиму роботи електроприводів якірного пристрою.

Метою роботи є визначення можливості виключення режиму короткого замикання асинхронного двигуна якірного пристрою при відриві якоря від ґрунту.

Виклад основного матеріалу. Відомо, що призначенням електроприводів якірних пристроїв є вибирання якірного ланцюга і підйом якоря.

При побудові навантажувальних діаграм (для якірних механізмів це залежність моменту на валу виконавчого електродвигуна від довжини якірного ланцюга) в масштабі по осі ординат відкладають розраховані значення моментів, по осі абсцис з довжину обраній на кожній стадії якірного ланцюга.

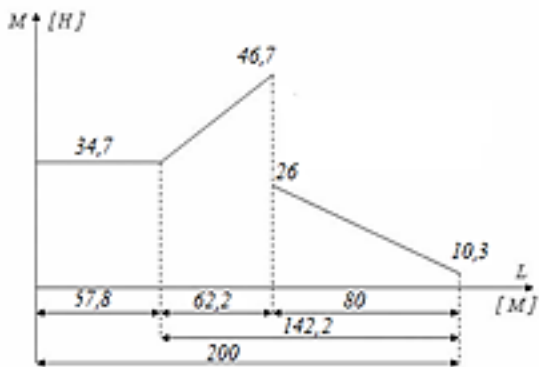


Рис. 1 - Навантажувальна діаграма якорного електроприводу при зйомці судна з якоря

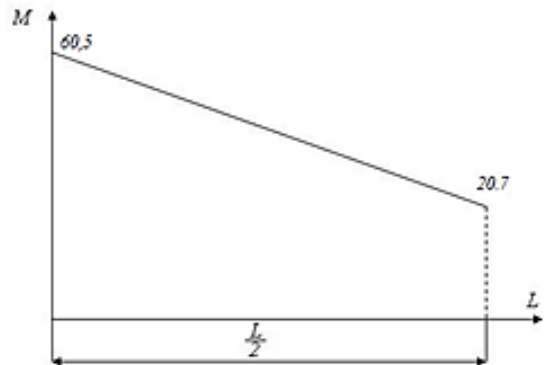


Рис. 2 - Навантажувальна діаграма якорного електроприводу при одночасному піднятті двох якорів

Тоді, враховуючи вимоги Регістру судноплавства України, розрахункове значення номінального моменту може бути визначено за виразом

$$M_{\text{ном}} = \frac{1,5 \cdot M_c}{\lambda_M \cdot k_U^2 \cdot k_M}; \quad M_{\text{ном}} = \frac{1,5 \cdot 46,7}{2 \cdot 0,9^2 \cdot 0,9} = 48 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де $\lambda_M = 2 - 2,5$ - перевантажувальна здатність двигуна;

$k_U = 0,9$ - коефіцієнт запасу на падіння напруги;

$k_M = 0,9$ - коефіцієнт запасу на механічний знос.

Розрахункове значення потужності використовуваного електродвигуна

$$P_{\text{ном}} = \frac{M_{\text{ном}} \cdot n_{\text{ном}}}{9550}; \quad P_{\text{ном}} = \frac{48 \cdot 1200}{9550} = 6 \text{ кВт},$$

де $n_{\text{ном}}$ - розрахункове значення номінальної частоти обертання; приймалося при визначенні передавального числа редуктора.

Номінальна частота обертання обраного електродвигуна $n_{\text{ном}}$ повинна приблизно дорівнюватиме розрахунковим значенням номінальної частоти обертання.

Двигун вибирається з каталогів спеціальних серій, що випускаються промисловістю для якірно-швартовних механізмів, типу МАП і ДПМ, в залежності від роду струму і величини номінальної напруги суднової мережі. При цьому має виконуватися умова роботи вибраного електродвигуна в тридцяти хвилинному режимі роботи.

Тип двигуна - МАП421-4/8;
 Потужність – 7,0 кВт;
 Режим роботи – 30 хв. на основній частоті обертання;
 Частота обертання - 1400 об/хв;
 Напруга - 380 В;
 Номінальний струм статора -18,3 А;
 Пусковий струм - 95 А;
 Максимальний момент - 145 Н·м ;
 $\cos\varphi = 0,84$.

Досвід розрахунку і побудови механічних характеристик цих двигунів показує, що найбільш точний результат в області робочих ковзань дає спрощена формула Клосса.

$$M = \frac{2 \cdot M_{\kappa}}{\frac{S}{S_{\kappa}} + \frac{S_{\kappa}}{S}}, \text{ де } M_{\kappa} = M_{\max} = 145 \text{ - критичний або максимальний момент}$$

двигуна, Н·м ;

$$S_{\text{ном}} = \frac{n_1 - n_{\text{ном}}}{n_1} = \frac{1500 - 1400}{1500} = 0,06 \text{ - номінальне ковзання;}$$

$$n_1 = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2}, \text{ де } f = 50 \text{ - частота обертання поля статора, об / хв;}$$

$$\lambda = \frac{M_{\kappa}}{M_{\text{ном}}} = \frac{145}{47,7}, \text{ де } \lambda = 3 \text{ - кратність максимального моменту;}$$

$$M_{\text{ном}} = \frac{9550 \cdot P_{\text{ном}}}{n_{\text{ном}}} = 47,7 \text{ - номінальний момент, Н·м ;}$$

$$\frac{9550 \cdot 7}{14000} S_{\kappa} = S_{\text{ном}} \cdot (\lambda_M + \sqrt{\lambda_M^2 - 1}),$$

$$0,06 \cdot (3 + \sqrt{3^2 - 1}) = 0,34,$$

$$M_n = \frac{2 \cdot 145}{\frac{1}{0,34} + 0,34} = 89,6 \text{ Н·м .}$$

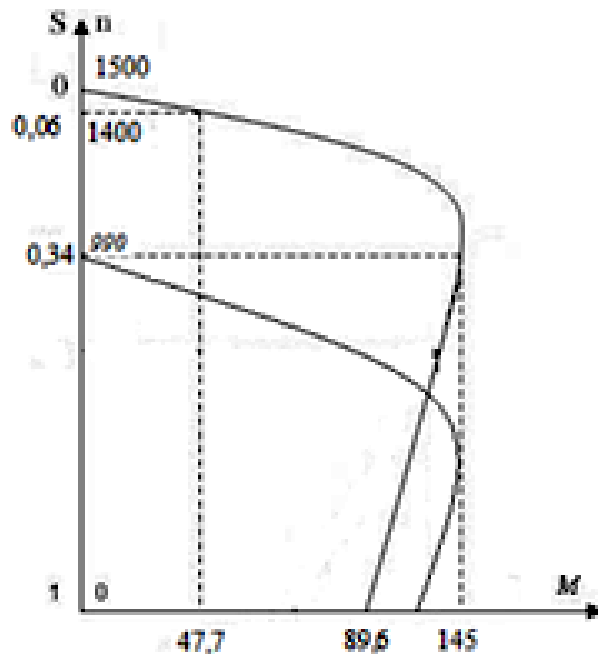


Рис. 3 – Механічна характеристика асинхронного двигуна

Як видно з результатів даного розрахунку момент опору на валу електродвигуна при відриві якоря від ґрунту ($M_k = 145 \text{ Н} \cdot \text{м}$) майже в 3 рази більше, ніж номінальний момент електродвигуна ($M_{\text{ном}} = 47,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$). Якщо ще врахувати при відриві якоря від ґрунту збільшення втрати напруги на кабелі, який живить електродвигун, то момент ще відчутніший зменшиться, що може привести до короткого замикання.

Висновки. Проведені розрахунки показали, що поліпшення управління електродвигуном якорного пристрою (частотного керування електроприводом) додається ще й можливість виключення переходу електродвигуна в режим короткого замикання при відриві якоря від ґрунту.

Література

1. Бабаев А.М., Ягодин В.Я. Автоматизированные судовые электроприводы. – М.: Транспорт, 1986. – 477 с.
2. Мехтиев Г.А., Гасанов З.А., Шабанов Т.Г. Судовые автоматизированные электроприводы. – Баку: Нурлан, 2005. – 358 с.
3. Судовые электроприводы: Справочник. – Л.: Судостроение, 1983. – Т. 2. –384 с.
4. Чекунов К.А. Теория судового электропривода.–Л.: Судостроение, 1982. –336 с.
5. Г.А. Мехтиев, Э.А. Гасанов. Исследование режимов работы частотно-управляемого электропривода судового якорного устройства. // Вісник Одеського національного морського університету № 3 (52), 2017, с. 142-153.

ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНІ ДВИГУНИ З ПЕРІОДИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

Ходько С.А. – студент, sergeyhodko123@gmail.com

Тараненко С.В. – к.т.н., доцент, svtarsvmi@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором і перетворювачами частоти, які здійснюють плавне регулювання частоти обертання ротора є перспективними засобами для приведення в дію різноманітних устроїв та механізмів, в тому числі, суднових. Альтернативу їм створюють керовані синхронні двигуни з електромагнітним збудженням або із збудженням від постійних магнітів, а також вентильно-індукторні двигуни (ВІД) з реактивним ротором [1]. Використання регульованих вентильно-індукторних двигунів завдяки їх високим енергетичним показникам, пусковим та регулювальним властивостям забезпечує вирішення проблеми підвищення ефективності і надійності електромеханічного обладнання, що працює в умовах змінного навантаження.

Метою роботи є визначення взаємозалежностей між ККД в діапазоні регулювання частоти обертання з допустимим рівнем пульсацій частоти обертання.

Викладення основного матеріалу дослідження. Енергетичні показники електроприводів з періодичним навантаженням оцінюють за допомогою циклового ККД, який визначається за період одного циклу зміни навантаження. Довготривалий період роботи асинхронного електроприводу з періодичним навантаженням зі значними величинами максимального і пускового моментів, в режимі недовантаження призводить до зниження енергоефективності і неоптимального використання енергоресурсів [2].

Для фази вентильно-індукторної машини правомірне рівняння

$$\frac{d\psi_{ph}}{dt} = u_{ph} - i_{ph} \cdot R_{ph} \quad (1)$$

де u_{ph} , i_{ph} , R_{ph} , ψ_{ph} – напруга на виході комутатора; опір, струм і потокозчеплення фази статора відповідно.

Фазний струм визначається як

$$\frac{di_{ph}}{dt} = \frac{1}{L_{ph}} \left(\frac{d\psi_{ph}}{dt} - i_{ph} \omega \frac{\partial L_{ph}}{\partial \theta_{ph}} \right) \quad (2)$$

де L_{ph} – індуктивність фази статора, яка розрахована методом скінчених елементів і представлена у вигляді функції струму та кута повороту ротора відносно фази статора.

Електромагнітний момент утворений однією фазою ВІД

$$M_{ph} = \frac{1}{2} i_{ph}^2 \omega \frac{\partial L_{ph}}{\partial \theta_{ph}} \quad (3)$$

Диференціальне рівняння руху

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J} (M - M_c), \quad (4)$$

Кут повороту ротора

$$\frac{d\theta}{dt} = \omega. \quad (5)$$

Цей кут відносно фази статора

$$\theta_{ph} = \text{mod} \left(\theta; \frac{2\pi}{Z_R} \right). \quad (6)$$

Залежності ККД від корисної потужності P_2 за зміни напруги живлення та кутів комутації показані на рис. 1, 2.

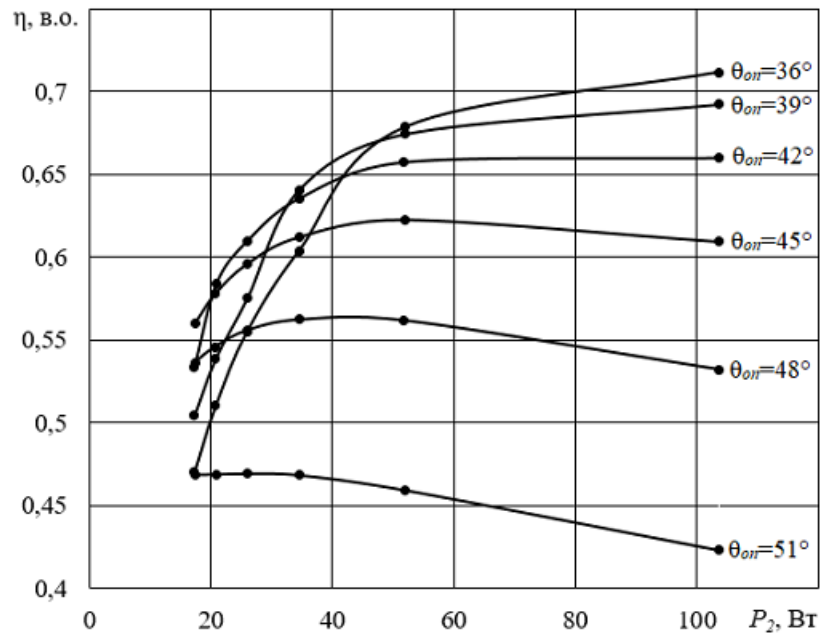


Рис. 1 – Залежності ККД від корисної потужності за зміни напруги живлення для різних кутів комутації при сталому $M_c = \text{const}$ навантаженні

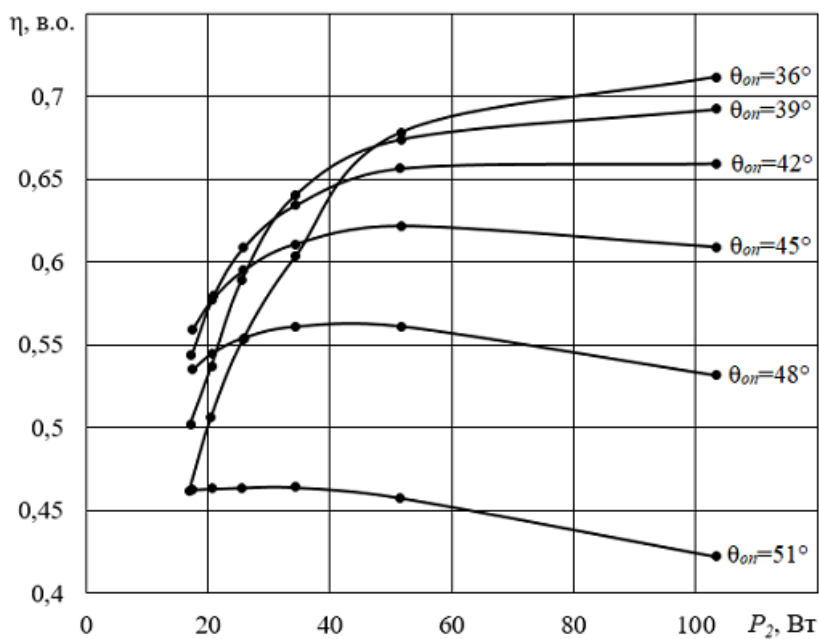


Рис. 2 – Залежності ККД від корисної потужності за зміни напруги живлення для різних кутів комутації при періодичному $M_c = f(\theta)$ навантаженні

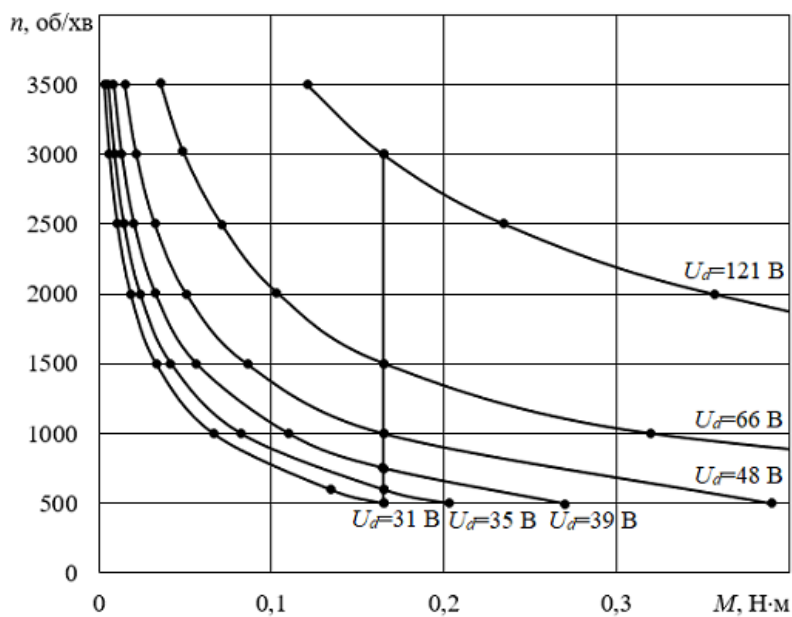


Рис. 3 – Механічні характеристики ВІД за різних значень напруги живлення

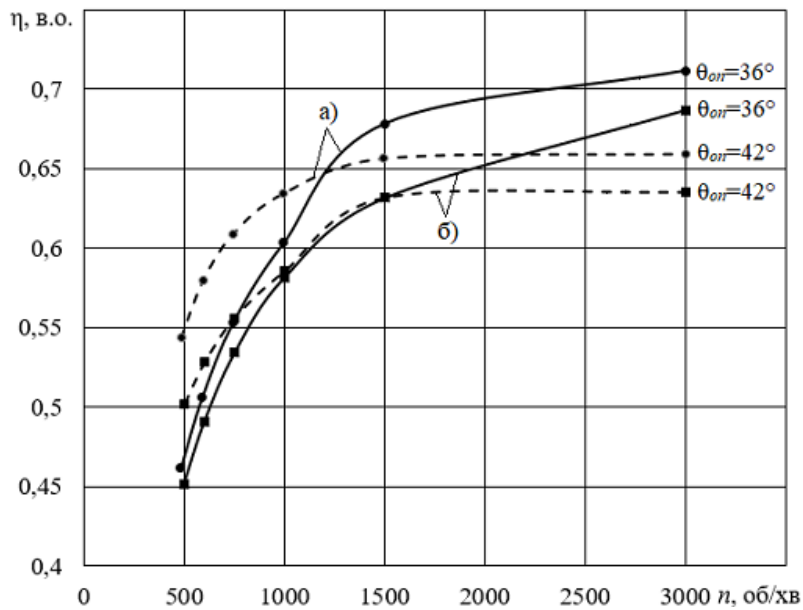


Рис. 4 – Залежності ККД від частоти обертання ротора ВІД при регулюванні частоти обертання ротора зміною напруги живлення та сталих кутах

Висновок. Зсув зони комутації в сторону зниження кутів вмикання та вимикання призводить до підвищення ККД двигуна, однак зростання ефективності спостерігається не на всьому діапазоні навантажень. Це дозволяє сформулювати алгоритм зміни кутів комутації, який забезпечує максимальні значення ККД вентиляно-індукторних двигунів на всьому інтервалі регулювання частоти обертання ротора.

Л і т е р а т у р а

1. О.В. Бібік, Л.І. Мазуренко, М.О. Шихненко. Формування характеристик робочих режимів вентиляно-індукторних двигунів з періодичним навантаженням. //Електротехніка і Електромеханіка. 2019. №4, с.12-16.
2. Bibik O.V. Rationale approaches to designing asynchronous motors with variable load. Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Electrical Machines and Electromechanical Energy Conversion, 2019, no.4(1329), pp. 94-98.
3. Судовые электроприводы: Справочник. – Л.: Судостроение, 1983. – Т. 2.– 384 с.
4. Чекунов К.А. Теория судового электропривода. – Л.: Судостроение, 1982.–336с.

ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА РОБОТИ СИНХРОННИХ МАШИН

Чалок Б.В. – студент, shljufta1989@gmail.com
Якусевич Ю.Г. – к.т.н., доцент, yakusevich@ua.fm

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена потребою у виявленні особливостей конструкції та принципу роботи синхронних машин для вдосконалення та використання структурованих машин у морській галузі.

Метою роботи є дослідження конструкції та принципу роботи синхронних машин, а також аналіз сучасних методів виявлення несправностей і оцінка технічного стану електроустаткування при застосуванні синхронних машин.

Синхронна машина (СМ) – це така електрична машина змінного струму, в якій частота обертання ротора дорівнює частоті обертання магнітного поля статора й точно відповідає частоті струму в мережі, до якою приєднана її обмотка статора. Тобто в усталеному режимі роботи відношення частоти обертання ротора до частоти змінного струму в електричній мережі не залежить від навантаження в його допустимих межах.

Джерелом електричної енергії на теплових, атомних та гідравлічних електростанціях, а також на пересувних електростанціях і транспортних установках (тепловозах, літаках, теплоходах та ін.) є, головним чином, синхронні генератори, на долю яких припадає більш 95 % виробництва електричної енергії, яка виробляється у світі. Прагнення до збереження навколишнього середовища та загострення екологічних проблем призвело до того, що у світі усе більш інтенсивно розвивається електроенергетика, яка використовує нетрадиційні джерела енергії: вітер, сонце, океанські припливи і хвилі та інше. Перетворення енергії цих джерел на електричну енергію здійснюється також синхронними генераторами. Взагалі, синхронні генератори створюються як на відносно малі (1 кВт і менше), так і на великі потужності – до тисячі МВт [1].

Побудова і включення синхронної машини. У пазах статора машини подібно до того, як це зроблено у асинхронного двигуна, покладена трифазна силова обмотка. Початок фазних обмоток позначені А, В, С; кінці - Х, Y, Z. На роторі розміщена обмотка збудження. Вона з'єднана через кільця і щітки з джерелом постійного струму. Потужність, необхідна для збудження, становить 0,3-3% від номінальної потужності синхронної машини.

Ротор може бути явнополюсним і неявнополюсним.

Явнополюсний ротор використовують в машинах з чотирма і великим

числом полюсів. Сердечники роблять або масивними зі сталевих поволок, або набирають з листів електротехнічної сталі. Їх кріплять до втулки вала або (при великій кількості полюсів) до обода хрестовини. Обмотки збудження виконують у вигляді циліндричних котушок зі смугової міді, які зміцнюють на сердечниках полюсів.

Машини, що працюють з частотою обертання ротора 1500 і 3000 об / хв, виготовляють з неявнополюсним ротором, інакше неможливо забезпечити механічну міцність кріплення полюсів і обмотки збудження. обмотку збудження розміщують в пазах сердечника ротора, виконаного з масивної сталевий поковки [3].

Принцип дії. Статор 1 синхронної машини виконаний так само, як і асинхронної: на ньому розташована трифазна (у загальному випадку багатофазна) обмотка 3. Обмотку ротора 4, яка живиться від джерела постійного струму, називають обмоткою збудження, так як вона створює в машині магнітний потік збудження.

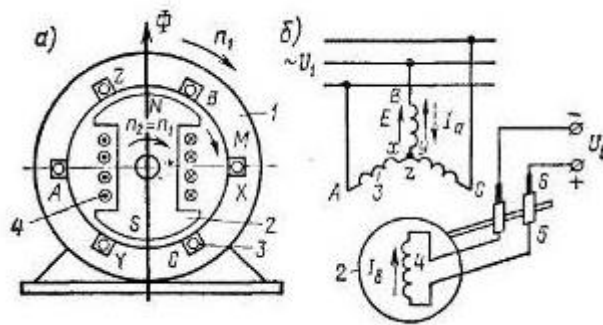


Рис. – Електромагнітна схема синхронної машини (а) і схема її включення (б):
1 - статор, 2 - ротор, 3-обмотка якоря, 4 - обмотка збудження, 5 - контактні кільця, 6 – щітки

Обертову обмотку ротора з'єднують із зовнішнім джерелом постійного струму за допомогою контактних кілець 5 і щіток 6. При обертанні ротора 2 з певною частотою n_2 потік порушення перетинає провідники обмотки статора і індукуює у її фазах змінну е. р. с. (E), що змінюється з частотою

$$f_1 = pn_2/60 \quad (1)$$

Якщо обмотку статора підключити до будь-якого навантаження, то протікає по цій обмотці багатофазних струм I , та створить обертове магнітне поле, частота обертання якого

$$n_1 = 60f_1 / p \quad (2)$$

З (1) і (2) випливає, що $n_1 = n_2$, тобто ротор обертається з тією ж частотою, що і магнітне поле статора. З цієї причини розглянуту машину називають синхронною. У такій машині результуючий магнітний потік створюється

спільною дією м. р. с. обмотки збудження і обмотки статора і результуюче магнітне поле обертається в просторі з тією ж частотою, що і ротор [2, 4].

Висновок. На мою думку, синхронні машини, мають місце у нашому житті. Тому, що хоч і асинхронні двигуни більш практичні ніж синхронні, але вони служать нам, як крокові двигуни.

Крокові двигуни - це синхронні мікродвигуни, обмотки статора яких живляться імпульсною напругою, що подається від будь-якого (наприклад, електронного) комутатора. Під дією кожного такого імпульсу ротор двигуна робить певний кутове переміщення - крок.

Крокові двигуни застосовують у стрічкопротяжних пристроях для введення і виведення інформації, лічильниках, приводах верстатів з програмним керуванням.

Л і т е р а т у р а

1. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: НБУВ, 2013-2015.
2. https://studopedia.su/20_49453_sinhronni-mashini.html
3. Кутін В.М. Діагностика електрообладнання: навчальний посібник /В. М. Кутін, М.О. Ілюхін, М.В. Кутіна. – Вінниця: ВНТУ, 2013. –161 с.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ АВТОНОМНОЇ ЕНЕРГОСИСТЕМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З ПАРАЛЕЛЬНО ПРАЦЮЮЧИМИ АСИНХРОННИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ З ВЕНТИЛЬНИМ ЗБУДЖЕННЯМ

Шумський Є.В. – аспірант, mailsxg@gmail.com

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю використання автономних енергосистем (АЕ) [1] для живлення територій котрі не охоплені централізованим енергопостачанням та для резервного живлення електроспоживачів. Використання паралельно працюючих асинхронних генераторів з КЗ ротором та вентильним збудженням (АГ з ВЗ) для таких АЕ має суттєві переваги у порівнянні з синхронними генераторами і асинхронними з конденсаторним збудженням чи використанням поодиноких генераторів [2, 3]. Такі системи недостатньо висвітлені в технічній літературі. Тому доцільно мати імітаційну модель для дослідження електромеханічних та електромагнітних

процесів, що протікають в них.

Метою роботи є створення моделі АЕ постійного струму з паралельно працюючими на одне навантаження АГ з ВЗ.

Основні матеріали. Розроблена модель реалізує регулювання напруги в колі постійного струму для енергосистеми [2] шляхом примусової зміни ковзання асинхронних генераторів.

Для управління вентилями перетворювачами на базі автономних інверторів напруги (АІН), котрі здійснюють збудження, використано алгоритм однократного перемикання. Даний алгоритм є доцільним при роботі генераторів на навантаження постійного струму за рахунок своєї відносної простоти.

Модель розроблена у середовищі Matlab Simulink з використанням бібліотеки SimPowerSystems. Імітаційна модель системи наведена на рис. 1 і представлена блоками асинхронних генераторів (*IG1* та *IG2*), первинних дизельних двигунів (*DE1* та *DE2*), індивідуальними вентилями перетворювачами виконаними по схемі АІН для здійснення збудження генераторів (*EI1* та *EI2*), системами керування з генератором імпульсів та схемою визначення їх тривалості (*CS1* та *CS2*), конденсаторами (*C1* та *C2*), блоком навантаження (*L*) та іншими додатковими елементами.

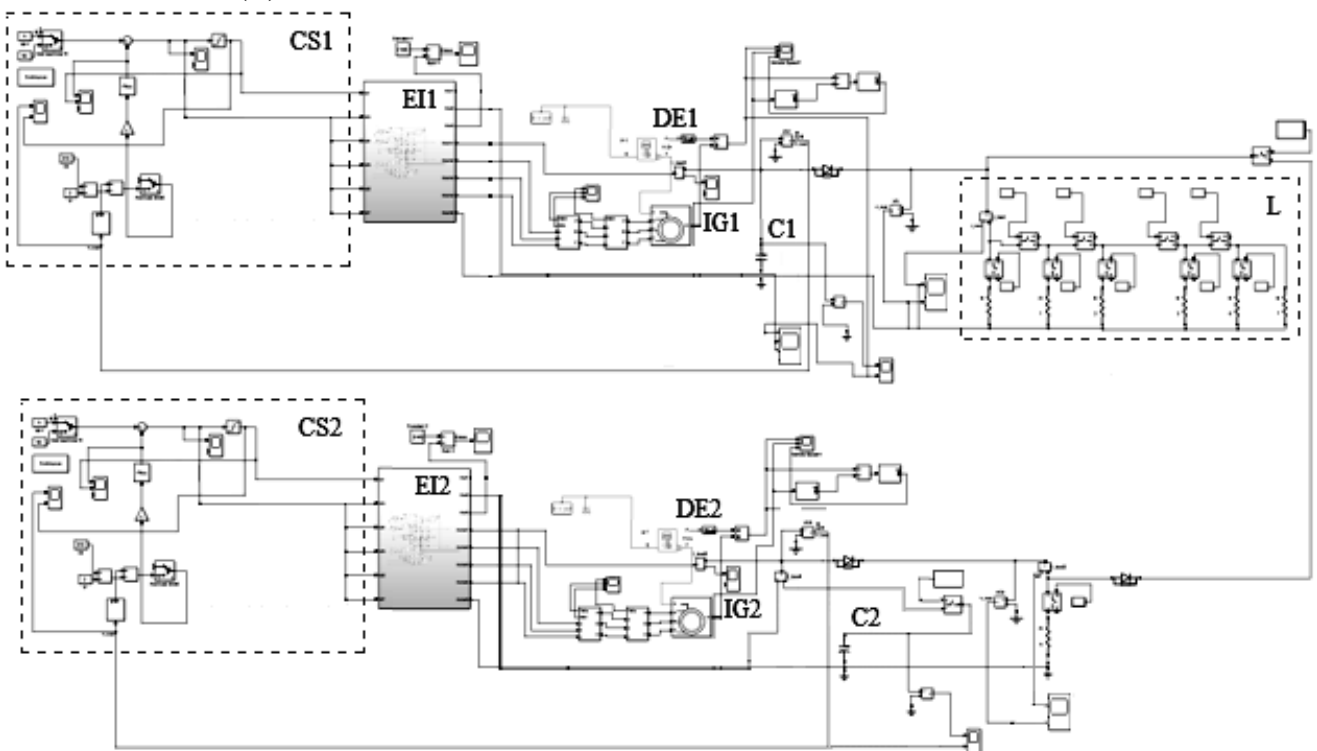


Рис. 1 – Схема імітаційної моделі АЕ з паралельним включенням АГ з ВЗ по колу постійного струму

Початкове збудження *IG1(IG2)* в системі відбувається від попередньо зарядженого конденсатора *C1(C2)* в колі постійного струму генератора. При цьому на вхід генератора імпульсів система автоматичного керування (САК)

подається сигнал задання частоти котрий забезпечує на його виході частоту імпульсів керування дещо меншу (на 2...5%) від частоти обертання ротора генератора:

$$f_1 = f_o - \Delta f \quad (1)$$

Використані в (1) позначення аналогічні, що і в [1]. Це, в свою чергу, забезпечує фіксоване від'ємне ковзання $IG1(IG2)$.

В результаті цього відбувається збудження і підвищення вихідної напруги АГ, після досягнення заданого значення якої (U_z) САК вмикає від'ємний зворотній зв'язок. В результаті цього забезпечується регулювання частоти імпульсів керування вентилів відповідно до виразу:

$$f = f_1 + k_p \cdot (U_r - [U_z + SSE]) + k_i \cdot \int (U_r - [U_z + SSE]) dt, \quad (2)$$

де f_1 – частота імпульсів початкового збудження АГ в режимі холостого ходу (ХХ); k_p – коефіцієнт підсилення пропорційної ланки PI регулятора; k_i – коефіцієнт підсилення інтегральної ланки PI регулятора; U_r – поточне значення вихідної напруги АГ; U_z – задане значення напруги; SSE – статична помилка регулювання напруги.

Крім того, визначене з рівняння (2) значення частоти імпульсів f обмежується рівнем, за якого ковзання в АГ дорівнює критичному.

Результати моделювання квазівстановленого режиму (холостий хід) автономної енергосистеми зображено на рис. 2.

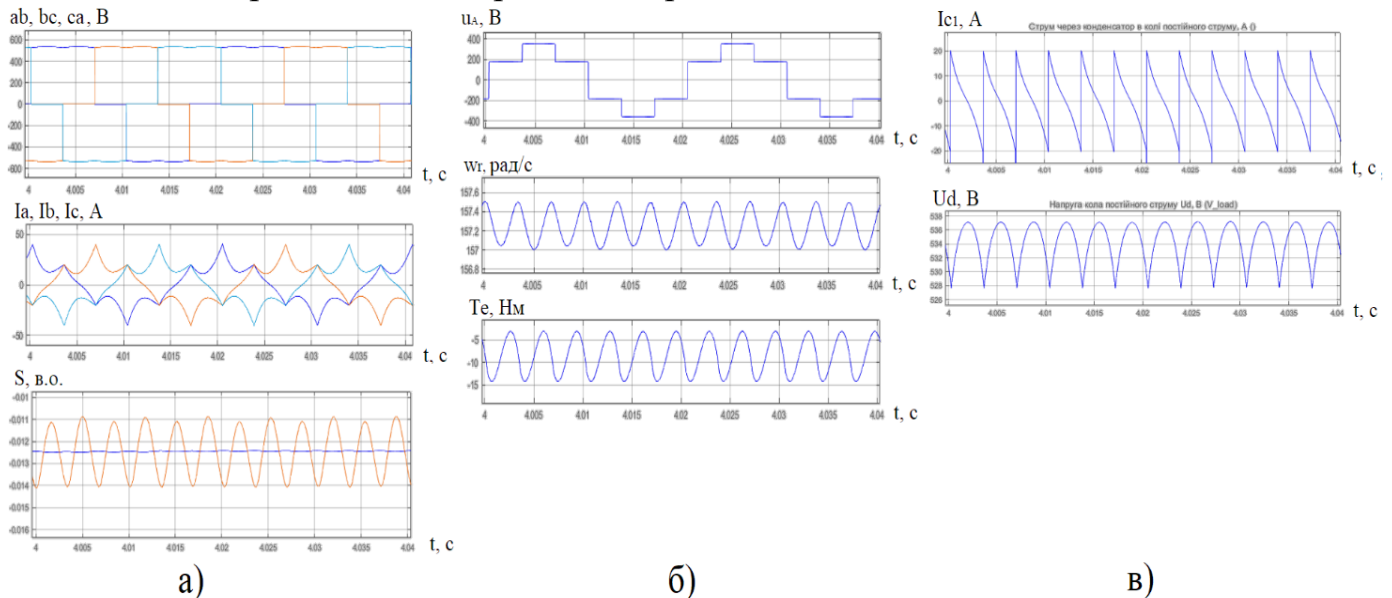


Рис. 2 – Результати моделювання: а) ab, bc, ca – лінійні напруги статора АГ; Ia, Ib, Ic – струми статора, S – усереднене розрахункове значення ковзання та його форма; б) напруга статора uA (фазна); wr швидкість обертання ротора; Te – електромагнітний момент; в) $Ic1$ – струм через конденсатор; Ud – напруга у колі постійного струму (на конденсаторі).

Висновок. Розроблено імітаційну модель АЕ постійного струму з паралельно працюючими АГ з ВЗ. Отримані при моделюванні результати не

суперечать теорії [1].

В цілому, питання паралельної роботи АГ з ВЗ потребує глибокого дослідження. В подальшому планується реалізувати моделі АЕ постійного струму з паралельно працюючими на одне навантаження АГ з ВЗ при широтно-імпульсній модуляції (ШІМ) та з використанням алгоритмів векторного керування.

Л і т е р а т у р а

1. Мазуренко Л.И. Асинхронные генераторы с вентильным и вентильно-емкостным возбуждением для автономных энергоустановок: монографія / Л.И. Мазуренко, А.И. Лищенко. - Київ: Наукова думка. 2011. 272 с. - С. 45-52, С. 86-124.

2. Шумський Є.В. Паралельна робота асинхронних генераторів з вентильним збудженням в автономних енергосистемах. / Є.В. Шумський, Л.І. Мазуренко, О.В. Джура // ВМС-2019 – International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2019" November 2019, Kyiv, Ukraine, - С. 284, 285.

3. Мазуренко Л.І. Автономні енергосистеми. Електричні машини змінного струму та електромеханічні системи на їх основі. / Л.І. Мазуренко, О.В. Джура, О.М. Попович, В.В. Гребеніков, О.В. Бібік, І.В. Головань, Ю.В. Шуруб, А.П. Вербовий // *Праці ІЕД НАНУ*. - Київ. 2012. Вип. 32. 2012. - С. 58–65.

ОСОБЛИВОСТІ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛІННЯ АСИНХРОННИХ МАШИН

Аржинт А.І. – студент, qrt2001112@gmail.com
Якусевич Ю.Г. – к.т.н., доцент, yakusevich@ua.fm

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена потребою у виявленні особливостей частотного управління асинхронних машин для вдосконалення структурованих машин у морській галузі.

Метою роботи є дослідження конструкції та принципу роботи асинхронних машин, а також аналіз сучасних методів виявлення несправностей і оцінка технічного стану електроустаткування при застосуванні асинхронних машин.

Трифазний асинхронний електродвигун - це асинхронний електродвигун, який має трифазну обмотку статора [1.ст.30]. Трифазний асинхронний електродвигун, як і будь-який електродвигун, складається з двох основних частин - статора і ротора. Статор - нерухома частина, ротор - обертаюча частина. Ротор знаходиться всередині статора. Між ротором і статором є невелика відстань, зване повітряним зазором, зазвичай 0,5-2 мм.

Принцип функціонування.

У нерухомому статорі є три котушки, які створюють кругове обертове магнітне поле, а в обертовому роторі є три котушки, замкнуті накоротко або до зовнішнього опору через контактні кільця і щітки. Якщо кількість котушок обмотки статора дорівнює 3, тобто є по одній котушці для кожної фази, вектор буде обертатися на $60f$ навколо осі статора за одну хвилину. Якщо необхідно знизити частоту обертання, використовуються багатополюсні обмотки. Кожна обмотка має одну пару полюсів. Якщо котушки підключені до кожної фази, загальна кількість котушок в обмотці статора буде однаковим. Для характеристики стану обмотки уздовж робочого зазору двигуна введено поняття поділу полюсів:

Частотне управління асинхронним електродвигуном.

Перетворювач частоти регулює швидкість і крутний момент асинхронного

двигуна [2, стр.58]. Принцип роботи перетворювача частоти заснований на зміні частоти і напруги змінного струму.

Використання перетворювача частоти дозволяє:

- знизити енергоспоживання електродвигуна;
- контролювати швидкість обертання електродвигуна (плавний пуск і зупинка, регулювання швидкості під час роботи).

Висновок. Асинхронні двигуни - це дуже цікава тема для дослідження. Вони мають дуже великий потенціал у використанні. Та є найпопулярнішим різновидом електродвигунів у світі. Для цих двигунів є дуже великі можливості у модернізації як програмної частини – так і апаратної. Наша мета – дослідити їх можливості. Та розробити найуніверсальнішу конструкцію двигуна, щоб уникнути перевантаження електродвигуна і тим самим збільшити термін його служби.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов М. И. Основы электротехники / М. И. Кузнецов. – Москва: Высшая школа, 1964. – 560 с.
2. Немцов М. В. Электротехника и электроника / М. В. Немцов. – Кнорус, 2020. – 560 с.
3. Асинхронная электрическая машина [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ets.ifmo.ru/kardonov/23.htm>.

КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВУЗЛА УСТАНОВКИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

Варфоломієв І.В. – студент, vaniskys27@gmail.com

Непом'яцій Д.Е. – студент, dmytro.nepomiashchiy@gmail.com

Мардзявко В.А. – асистент кафедри електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки

Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є покращення екологічного стану об'єктів агропромислового комплексу на основі застосування сучасних методів електророзрядного очищення стічних вод шляхом розробки відповідної електротехнологічної установки з мінімізованими побічними шкідливими впливами.

В проєктованій електроустановці застосовано один двохкамерний електротехнологічний вузол. Кожна з камер ідентична, виконані вони в одному

моноблоці і мають відокремлені канали потоку очищеної стічної води (рис.1). Корпус електротехнологічного вузла розбірний і складається з трьох частин, середня секція корпуса (поз. 5) представляє собою паралелепіпед із суцільного блоку органічного скла з фрезерованими в ньому двома наскрізними отворами прямокутної форми.

Кожен з отворів є окремим каналом через який рідина, що подається в нижню секцію корпуса проходить від першого заливного штуцера (поз. 9) до другого зливного, через який витікає вже оброблена рідина (поз. 10). Секція виконана із діелектричного і прозорого матеріалу для того, щоб запобігти можливому формуванню пробою в середині електротехнологічного вузла з аноду на корпус і забезпечення можливості візуального контролю за процесом. Анод (поз. 6) виконано з мідної пластини товщиною 5 мм в якій зроблено 6 симетричних відносно центру пластини отворів (поз. 13) діаметром 8 мм для проходження рідини. Такі геометричні розміри потрібні для того щоб забезпечити необхідну для якісного очищення швидкість потоку. Оскільки пластина (анод) з обох боків прикрита діелектричними ізолюючими вставками то коронний розряд який є основним механізмом перетворення електричної енергії в механічну, теплову і радіаційну формується на торцях цієї пластини (в отворах). Таким чином отвір виконує функцію плазмового фільтра. Отвори (поз. 13) розташовані по радіусу від геометричного центру аноду на відстані 40 мм. Між пластинами анода і діелектричними вставками (поз. 7) встановлюється прокладка (поз. 3) виконана з маслобензостійкої резини товщиною до 3 мм. Прокладка потрібна для ущільнення з'єднань секцій корпуса і використовується для запобігання протікання очищеної стічної води із електротехнологічного вузла.

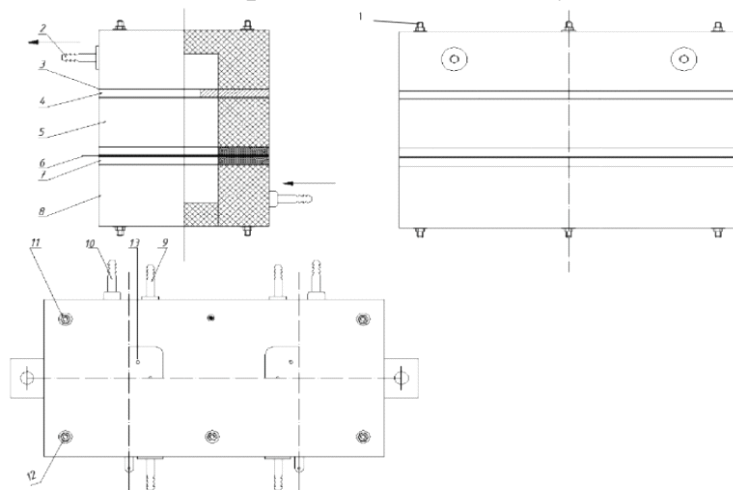


Рис. 1 – Конструктивне виконання двокамерного електро-технологічного вузла

Пластина має вивід у формі прямокутника із округленими кутами і отвором діаметром 8 мм для підключення аноду до розрядного корпуса конденсаторної батареї. Завдяки простоті конструкції пластина (електрод – анод) легко і швидко

замінюється по мірі спрацювання електроду в результаті ерозії. Для експлуатації електротехнологічного вузла визначено питомі витрати енергії на ерозії електроду, застосувавши ці дані можна визначитися із періодичністю заміни.

Нижня і верхня секція корпусу мають такі ж габаритні розміри, як і середня і теж виконані з органічного скла. Але фрезеровані в них отвори не є наскрізними, що дозволяє утворити днище і кришку електро-технологічного вузла. В нижній секції є два отвори з різьбовим з'єднанням в які вкручуються штуцери для подачі очищеної стічної води, а також, з іншої сторони щедваотвори і допоміжні штуцери для обслуговування електротехнологічного вузла. В верхній секції також присутній отвір зі штуцером для зливу обробленої рідини в бак із вже очищеною водою.

Електрод – катод (площина) розташований між середньої і верхньою секціями і не прикритий діелектриком, це потрібно для того, щоб забезпечити необхідну для коронного розряду густину струму в зоні аноду. Електрод виконано із сталюого листа товщиною 10 мм в середині катоду є два отвори діаметром 40 мм для проходження вже очищеної води крізь електротехнологічний вузол по кожній з камер.

Лист електрода – катода має прямокутну форму з виступаючою частиною розміром 36x45 мм з отвором діаметром 10 мм. Ця частина виконує подвійну функцію. По-перше, вона використовується як фланець для кріплення електротехнологічного вузла на металевій стійці. По-друге вона виконує функцію заземлюючого провідника електротехнологічного вузла.

У всіх трьох секціях корпусу просверлені наскрізні отвори по кутах зверху донизу, а також посередині всіх секцій в тому ж напрямку. Отвори необхідні для скріплення всіх трьох секцій в єдину конструкцію, скріплення здійснюються за допомогою чотирьох сталюих стяжних шпильок (поз. 1) діаметром 10 мм з різьбами на кінцях М8. Секція стягується на встановлених шпильках гайками М8 (поз. 11) і комплектуються шайбами (поз. 12).

Металева стійка на якій монтується електротехнологічний вузол складається з трьох частин. Основа зварна, виконана із профільованого металопрокату – швеллера 100x4. Основа прямокутна із довжиною сторони 0.5 метрів, до основи приварені дві вертикальні відрізки з такого ж матеріалу довжиною 1 м.

Очищувальна стічна вода є агресивною рідиною, оскільки в своєму складі може містити такі компоненти як розчинені солі різних видів. Не пофарбовані перед монтажем ділянки вкриваються нейтральним захисним покриттям із шару вазеліну. До стійки по кутах монтажної площадки приварені кронштейни довжиною 0,5 м до яких на опорних ізоляторах кріпляться два керовані повітряні розрядні комутатори ВК₁ і ВК₂.

В цілому, конструкція електротехнологічного вузла симетрична відносно

перерізу вздовж центрів отворів для середньої пари шпильок, тому все вищеозначене стосується також і другої камери двохкамерного електротехнологічного вузла.

Висновок. Розроблено конструкцію електротехнологічного вузла – двохкамерного реактора. Кожна з камер реактора ідентична, виконанні вони в одному моноблоці, мають відокремлені канали потоку очищеної стічної води. Корпус електротехнологічного вузла розбірний, виконаний з діелектричного матеріалу і складається з трьох частин для простоти обслуговування. Електрод-анод (вістря) виконано з металевої пластини, з шістьма симетричними отворами. Поверхні пластини за ізолювано тим же діелектричним матеріалом з якого виконана камера і ущільнено резиновими прокладками.

Л і т е р а т у р а

1. Богуславский Л.З. Динамика импульсного коронного разряда в водных электролитах / Богуславский Л.З., Кучеренко В.В., Кривицкий Е.В. – Николаев, 1993. – 40 с. – (Препринт / НАН Украины, Ин-т импульсных процессов и технологий; ИИПТ 1993-22).

2. Богуславский Л.З. Плазменные фильтры для обеззараживания сточных вод / Л.З. Богуславский, Е.В. Кривицкий, В.Н. Петриченко // Электронная обработка материалов. – 1995. – № 1. – С. 22–26.

3. Богуславский Л.З. Технологические аспекты использования коронного разряда в проводящей жидкости / Л.З. Богуславский, Е.В. Кривицкий // Физика импульсных разрядов в конденсированных средах: VIII междунар. науч. школа-семинар, сент. 1997 г.: тезисы докл. – Николаев, 1997. – С. 6–7.

4. Стекольников И.С. Исследование разрядных явлений в жидкостях / И.С. Стекольников, В.Я. Ушаков // Журнал технической физики. – 1965. – Т.35, № 9. – С. 1693–1700.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ПРИБОРІВ

Никитюк Є.Ю. – студент, jenyakool@gmail.com

Голубєва С.М. – старший викладач, glbvnu@gmail.com

Державний університет інфраструктури та технологій

У зв'язку з швидким розвитком автоматизованих систем контролю і управління у всіх галузях промисловості зростає потреба в датчиках фізичних величин - температури, тиску, прискорення, переміщення, струму. Крім високих

метрологічних характеристик, датчики повинні володіти великою надійністю, стабільністю, помехостійкістю, довговічністю і простотою інтегрування в мікроконтролерні системи управління. Зазначеним вимогам максимальному ступені задовольняють волоконно-оптичні датчики (ВОД).

Метою роботи є дослідження конструктивних особливостей і принципів роботи волоконно-оптичних пристроїв.

Оптичний світловод – є фізичним середовищем транспортування оптичного сигналу і складається із серцевини та оболонки, що мають різні величини показників заломлення. Завдяки явищу повного внутрішнього відбиття, надається змога транспортувати оптичні сигнали (світло), що генеруються обладнанням, до якого підключене оптичне волокно.

Світловод складається із серцевинного та оболонкового шару, які виготовленні із матеріалів, що забезпечують утримування світла всередині кабелю. Для забезпечення функціонування даної системи діелектриків, необхідно мати показник заломлення серцевини більший, ніж оболонки.

Структура оптоволоконного кабелю дуже проста й схожа на структуру коаксіального електричного кабелю. Проте, замість мідної серцевини тут використовується тонке скловолокно, а замість внутрішньої ізоляції - скляна або пластикова оболонка, що не дозволяє світлу виходити за межі збірки.

Волоконно-оптичні системи зв'язку мають ряд переваг:

- Висока швидкість (від 10 Гбіт / сек);
- Надійність;
- Висока пропускна здатність, за рахунок чого великі обсяги інформації передаються за вельми короткий час;
- Відстані, на які можна передавати дані за допомогою оптоволокна можуть бути великими;
- Безпека інформації;
- Маса і форма кабелю невеликі;
- Стійкість до хімічного впливу і пожежна безпека.

Основне застосування оптичні волокна знаходять в передачі інформації в волоконно-оптичних телекомунікаційних мережах різних рівнів: від міжконтинентальних магістралей до домашніх комп'ютерних мереж. Застосування оптичних волокон для ліній зв'язку обумовлено тим, що оптичне волокно забезпечує високу захищеність від несанкціонованого доступу, низька затухання сигналу при передачі інформації на великі відстані, можливість оперувати з надзвичайно високими швидкостями передачі і пропускною спроможністю.

Оптичні волокна широко використовуються для освітлення. Вони використовуються як світловоди в медичних та інших цілях, де яскраве світло

необхідно доставити в важкодоступну зону. У деяких будівлях оптичні волокна направляють сонячне світло з даху в яку-небудь частину будівлі. Також в автомобільній світлотехніці (індикація на приладовій панелі).

Оптичне волокно також використовується для формування зображення. Пучок світла, що передається оптичним волокном, іноді використовується спільно з лінзами - наприклад, в ендоскопі, який використовується для перегляду об'єктів через маленький отвір.

Оптичне волокно може бути використано як датчик для вимірювання напруги, температури, тиску та інших параметрів. Малий розмір і фактична відсутність необхідності в електричній енергії дають волоконно-оптичним датчикам перевага перед традиційними електричними в певних областях.

Принцип роботи волоконно-оптичних датчиків заснований на перетворенні сигналу, отриманого від чутливого елемента в результаті зовнішніх змін до показників розсіяного або відбитого випромінювання. Фахівці в цій галузі електроніки говорять про те, що в якості вихідного параметра в різних типах детекторів може вимірюватися:

- Розподіл параметрів складу випромінювання по спектру або моді;
- Фаза електромагнітної хвилі;
- Показники поляризації;
- Інтенсивність оптичної хвилі.

Загальний принцип дії оптоволоконних детекторів полягає в тому, що електромагнітна хвиля, що генерується супер-люмінесцентним оптичним джерелом або лазером, передається через волокно.

Сучасні конструкції оптоволоконних детекторів застосовуються:

- в системах безпеки та оповіщення;
- для контролю роботи плавильних печей;
- для виявлення витоків на гідротехнічних спорудах;
- контроль значень температури під час різних технологічних процесів;
- в системах оповіщення про пожежну тривогу;
- з метою підвищення ефективності використання газових і нафтових свердловин;
- для контролю герметичності ємностей для зберігання зрідженого природного газу в терміналах і на судах;
- при виявленні протікання в трубопроводах і контролю рівня рідини.

Висновок. Основними напрямками розвитку волоконно-оптичних датчиків в даний час є інтегрально-оптичні технології, які дозволять об'єднати електронні схеми обробки і мікрооптичні компоненти в одному кристалі або мікромодулів. Це значно знизить собівартість волоконних датчиків і підвищить їх

експлуатаційні характеристики.

Л і т е р а т у р а

1. Особенности волоконно-оптических датчиков и где их можно применять [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://prodatchik.ru/vidy/volokonno-opticheskie-datchiki/>.

2. Преимущества и недостатки оптоволокна [Електронний ресурс]. – 2011. – Режим доступу до ресурсу: <https://cardshop.com.ua/blog/articles/preimuwestva-i-nedostatki-optovolokna/>.

3. Плюсы и минусы оптоволокна: выбираем оптимальный способ подключения [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://technoguide.com.ua/2018/04/23/pljusy-i-minusy-optovolokna-vybiraem-optimalnyj-sposob-podkljuchenija.html>.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВИРОБНИКІВ ПУЛЬСОКСИМЕТРІВ

Решетнік А.О. – студент, reshik1@i.ua

Голубєва С.М. – старший викладач, glbvnu@gmail.com

Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження обумовлена значним попитом на використання пульсоксиметрів в домашніх умовах. Причина тому – пандемія коронавірусу Covid-19. Тому актуально розібратися які виробники пульсоксиметрів кращі, та на які характеристики звертати увагу при його виборі.

Пульсоксиметр - це прилад медичного характеру, який призначений для виміру насичення киснем еритроцитів людини. Будь-яка форма зниження рівня сатурації (зниження рівня насичення крові киснем) свідчить про перехід патології у важку стадію. У нормі сатурація становить 94-99%. При зниженні сатурації нижче 92-93% мова може йти про розвиток дихальної недостатності [1].

На даний момент існує велика кількість моделей і марок пульсоксиметрів. Для аналізу були вибрані пульсоксиметри на основі популярності і особливості. Описані нижче моделі охоплюють увесь спектр можливих наборів функцій які можуть бути в пульсоксиметрі [2]. Основні виробники пульсоксиметрів представлені в таблиці 1.


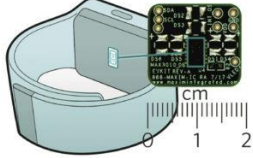
На рисунку 1 зображена структурна схема МАХ30102 із зовнішнім підключенням через трипровідний інтерфейс. Система живлення включає окремі джерела для основної схеми і для світлодіодів. До основних елементів МАХ3010 можна віднести: датчик температури, драйвер для управління вбудованими

світлодіодами, функція контролю дистанції до вимірюваного об'єкту (Proximity), функція компенсації зовнішнього засвічення (KB3).

Використовуваний МАХ30102 алгоритм для виміру SpO2 дозволяє компенсувати помилки, що виникають зі зміною температури доквілля.

Таблиця 1 – Основні виробники і характеристики пульсоксиметрів

Виробники пульсоксиметрів	Коротка характеристика	Зовнішній вигляд
Riester Ri-fox N (Німеччина, США, Бразилія, Китай)	Виробник обіцяє 30 годин безперервної роботи. Відключається пристрій через 8 секунд після зняття з пальця	
MD300C318 (Китай)	Має вбудовану пам'ять на 72 години безперервних вимірів	
Armed YX301 (Росія)	На екрані окрім SpO2 і показника скорочення серцевого м'яза відображається так звана пульсова хвиля - графік періодичності ударів	
Nonin Onyx 9500 (США)	Окрім звичних датчиків, під циферблатом горить вогник. Якщо колір зелений - те сканування проходить адекватно. Якщо ж діод спалахнув жовтим або червоним, означає що пульс пацієнта недостатньо сильний, тобто стан критичний.	
PulseOx 6000 (Ізраїль)	Цей медичний пульсоксиметр працює не за принципом прищипки, а палець вставляється в гумову муфту. Виробник назвав це технологією AutoSpot. На одному заряді воно працює до 500 год.	
HUM AEROcheck (Германія)	На двоколірний екран можна виводити пульс, відсоток насичення крові киснем, заряд батареї і плетизмограму - графік скорочення серцевого м'яза	

PM-60 Mindray (Китай)	Згідно з технічними характеристиками пристрою, він здатний вимірювати насичуваність крові киснем в діапазоні від 0 до 100%	
MAX30100 / MAX30102 (Maxim Integrated, США)	Відрізняється високою точністю вимірника пульсу і вмісту кисню в крові	

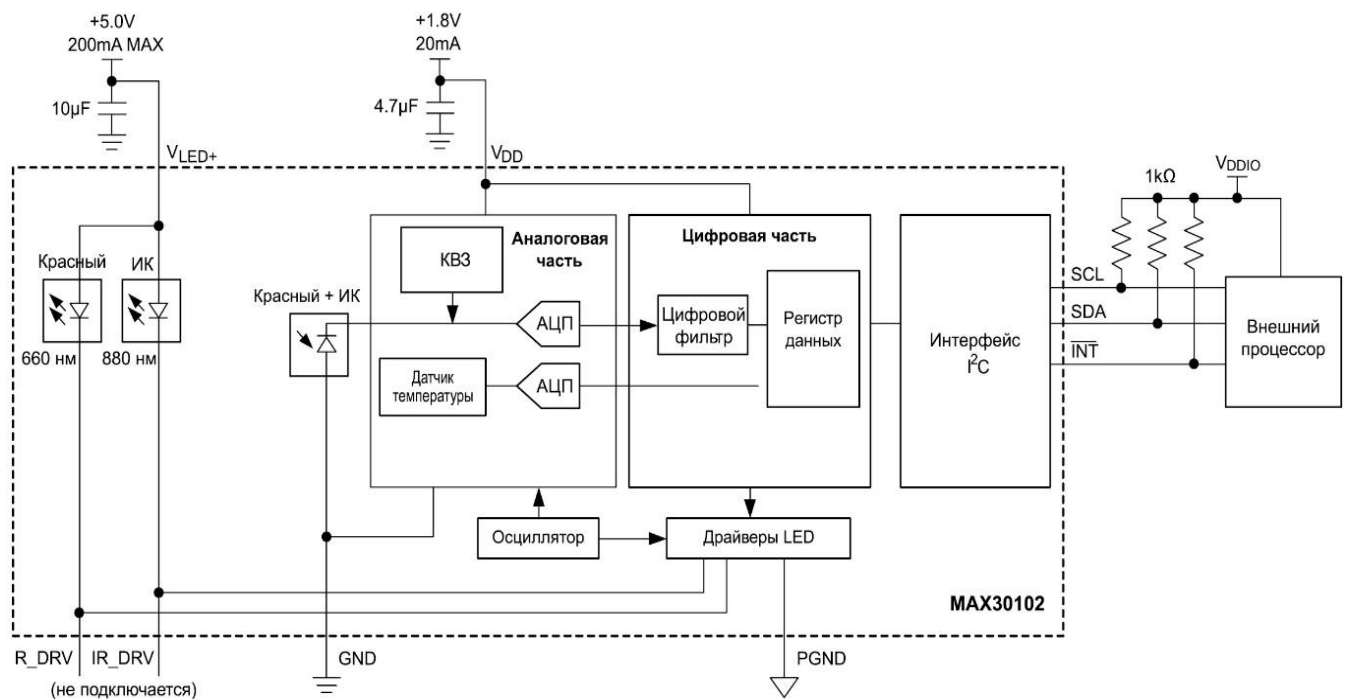


Рис. 1 – Структурна схема MAX30102

Висновок. Перевага технології виміру пульсоксиметром - в її неінвазивності. Отже, в період пандемії коронавірусу Covid-19 пульсоксиметр особливо потрібний і актуальний пристрій. У сучасній медичній практиці особливе значення мають контроль частоти серцевої діяльності і насичення артеріальної крові киснем у пацієнтів. Новий датчик MAX30102 спрощує створення подібних приладів у зручному портативному варіанті. Пульсоксиметри на основі MAX30102 забезпечують високу точність визначення сатурації крові і частоти серцевих скорочень. При цьому вони відрізняються високою швидкістю, доступністю і простотою використання.

Л і т е р а т у р а

1. Пульсоксиметр та його використання при Covid-19 [Електроний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://itmed.org/articles/pulsoksimetr-i-ego-primenenie-pri-covid-19/>.
2. Кращі медичинські пульсоксиметри 2020 [Електроний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kp.ru/putevoditel/tekhnologii/luchshie-meditsinskie-pulsoksimetry/>.
3. Пульсоксиметрія від Maxim: новий датчик MAX30102 [Електроний ресурс]. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.compel.ru/lib/77838>.

РОЗРОБКА РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ КАМЕРИ ОЗОНАТОРА

Куценко О.О. – магістрант, sashaliza1998@gmail.com

Руденко А.Ю. – асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Миколаївський національний аграрний університет

Процес інкубації в промисловому птахівництві відіграє важливу роль. Його результати значною мірою визначають показники роботи всього господарства. Велике значення в інкубації мають ветеринарні заходи, оскільки поширення інфекцій через інкубаторій в даний час прийняло широкий розмах. Температурно-вологісний режим в інкубаторі є сприятливим для розмноження мікроорганізмів.

Передінкубаційна і періодична дезінфекція яєць в процесі інкубації не виключають можливості мікробного забруднення яєць, лотків, поверхонь інкубатора мікроорганізмами, які надходять з припливним повітрям.

Виходячи з вищесказаного можна зробити висновок, що існує необхідність розробки озонаторів для знезараження куриних яєць. Під час розробки озонатора слід враховувати такі особливості як розпад озону на кисень при транспортуванні від генератора озону до яєць, та його вплив на інкубаційні яйця.

Метою роботи є розробка малопотужного джерела високої напруги для живлення камери озонатора. Зважаючи на необхідність використання малогабаритного та енергозберігаючого обладнання слід звернути увагу на інверторні схеми для отримання високих напруг.

Явище подвійного резонансу реалізується за рахунок того, що частота коливань контура первинної обмотки трансформатора співпадає з власною частотою коливального контура утвореного індуктивністю вторинної обмотки трансформатора T_2 та ємністю розрядної камери РК (рис.1.).

Для забезпечення роботи схеми в резонансному режимі було розроблено систему керування. Принцип дії даної схеми полягає у реалізації такої частоти комутації силових транзисторів, при якій буде виконуватись умова резонансу. З цією метою за допомогою імпульсного трансформатора з феромагнітним осердям утворено зворотній зв'язок.

Указані процеси є одними з визначальних параметрів у режимі обробки куриних яєць при запропонованому електрофізичному способі впливу.

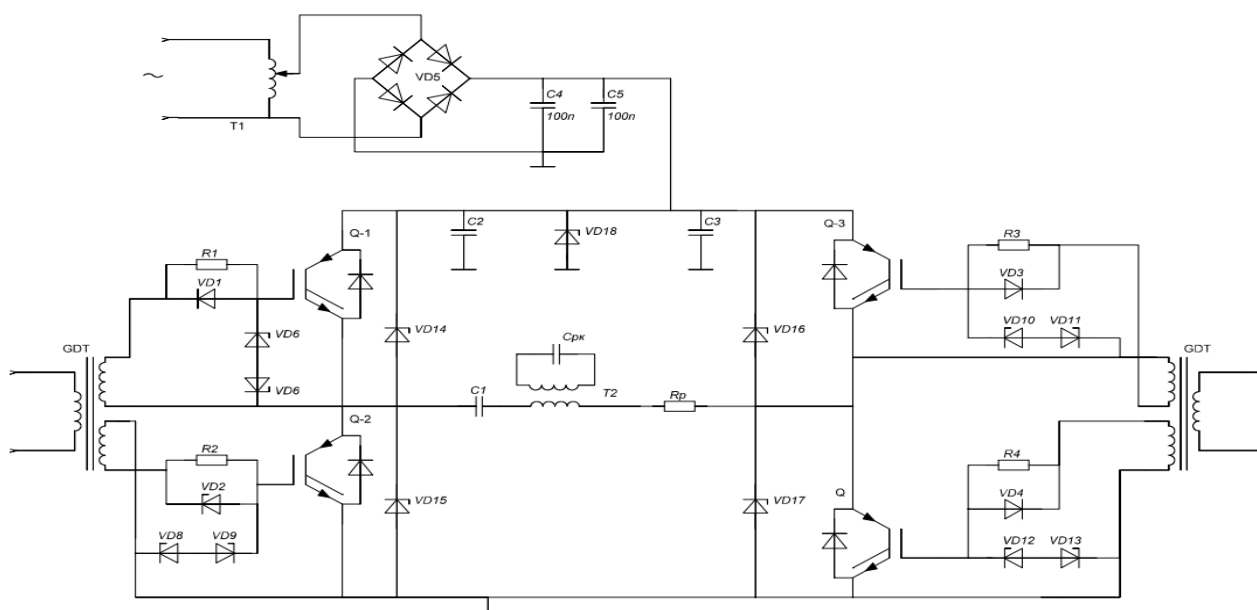


Рис. 1 – Схема електрична принципова резонансного трансформатора з напівпровідниковими коммутаторами

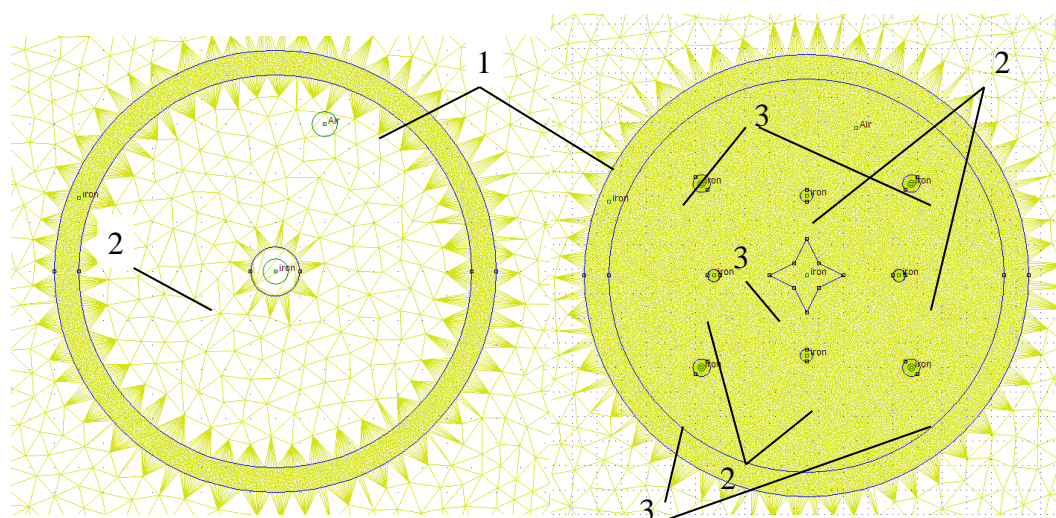


Рис. 2 – Спрощена розрахункова схема камери озонатора: 1- металевий циліндр (некородуючий електрод); 2 – система некородуючих допоміжних електродів; 3 – коронуючий електрод

Домінуючими при утворенні корони є процеси непрямого утворення електронів, тобто розділення негативних метастабільних іонів, пряма електронна іонізація метастабільних станів, іонізація в результаті зіткнень між метастабільними, а також коливально обуреними молекулами. На думку авторів вказаної роботи, це підтверджує той факт, що початкові умови для виникнення позитивної і негативної корони практично однакові. Відзначається, що випромінювання з довжиною хвилі 337 нм є характерним для розрядів в повітрі.

Напруженість електричного поля можна сформулювати як знаходження функції потенціалу, що задовольняє еліптичному рівнянню в часткових похідних другого порядку. Для вирішення поставленого завдання застосовано чисельний метод верхньої релаксації [1]. Реалізоване на основі цього методу програмне забезпечення [2] успішно використовувалося для аналізу роботи різних вузлів високовольтного устаткування [2;3].

Трикутниками на схемі (рис.2) показано розбиття розрахункової області кінцево-елементної сіткою.

Для однозначного вирішення проблеми були задані граничні умови Діріхле з нульовим значенням потенціалу на всіх зовнішніх межах розрахункової області (рис. 2). Електричні потенціали електродів камери озонатора у відносних одиницях мали значення одиниці (на електродах 3 на рис 2) і нуля (на електродах 1 і 2 на рис 2).

Результати моделювання просторового розподілу електричного потенціалу в об'ємі розрядної камери між коронуючим і некоронуючим електродами, отримані за допомогою метода верхньої релаксації [5] співпадають з результатами моделювання, отриманими з використанням об'єктно-орієнтованого пакету FEMM4.2 і наведені на рис. 2. Кінцева елементна сітка містила 13017 вузлів та складалася з 25683 елементів.

Запропонована конструкція озонатора дозволяє інтегрувати установку в технологічний процес без суттєвих реконструкцій та з мінімальними капіталовкладеннями. З математичного моделювання розподілу напруженості електричного поля видно, що більш ефективним є застосування системи електродів в циліндрі з додатковими електродами які зумовлюють значне збільшення об'єму повітря з високою неоднорідністю розподілу характеристик електричного поля. Це дозволить значно підвищити продуктивність озонатора, не змінюючи при цьому зовнішні розміри озонатора.

Висновок. Отже, слід зазначити, що дана система забезпечує повторно – короткочасний режим роботи установки, що безумовно зменшує енерговитрати та власне збільшує ресурс напівпровідникових елементів силової схеми резонансного повітряного трансформатора.

Л і т е р а т у р а

1. Бутко М., Фролов В., Першин А., Тихомиров А. Применение озонаторов ко ронного разряда в птицеводстве // Птице- водство. – 2004. – № 2. – С. 38-39.
2. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: Методические рекомендации. Под общей редакцией В.И. Фисинина. – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2008. – 119 с.
3. Корса-Вавилова Е.В., Пуресев Н.И., Ткаченко С.Н. Эффективность применения озоновых инновационных технологий на предприятиях агропромышленного комплекса / Озон и другие экологически чистые окислители: наука и технологии: Сб. материалов 31-го Всероссийского семинара. – М.: МАК Пресс, 2010. – С. 46-63.
4. Кривопишин И.П. Озон в промышлен- ном птицеводстве. – Сергиев Посад, 1997. – 32 с.
5. Сидорин Г.И. Особенности физико- химических и токсических свойств озона / Озон и другие экологически чистые окис- лители: наука и технологии: Сб. материалов 31-го Всероссийского семинара. – М.: МАК Пресс, 2010. – С. 40-45.

ОБРОБКА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Щукін А.Г. – аспірант
Кунденко М.П. – д.т.н, професор

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Мета роботи полягає в визначенні способу первинної обробки молока.

Використання НВЧ випромінювань в технології обробки молока відкриває великі перспективи. Удосконалення установок і систем для пастеризації молока на тваринницьких фермах і комплексах пов'язане з впровадженням більш продуктивних і ефективних агрегатів. Одним з найбільш перспективних методів обробки молока є застосування інфрачервоного і ультрафіолетового випромінювань, а також енергії електромагнітних випромінювань спектра радіохвиль. Це забезпечує безконтактну передачу енергії від джерела випромінювання до оброблюваної рідини. Експериментальна перевірка перших промислових апаратів для обробки молока із застосуванням ІЧ і УФ випромінювань, розроблених за кордоном, показала значну економічну ефективність і високу якість обробки молока.

Спосіб обробки молока електромагнітним випромінюванням (ЕМ) має переваги перед традиційною обробкою. Молоко служить гарним живильним, середовищем для різних мікроорганізмів: молочнокислих бактерій, кишкової

палички, а також патогенної мікрофлори (туберкульозні палички, бруцеллезні віруси та ін.). Для придушення мікрофлори вдаються до теплової пастеризації молока, яка складається в нагріванні до температури 65 ... 85 °С і витримки від 30 хв до 10 с в залежності від температури. Розглянемо роботу високочастотної пастеризації, яка відрізняється швидкодією і рівномірністю прогріву молока, що забезпечує мінімальні зміни його фізико-хімічних властивостей. Високочастотний пастеризатор Е. П. Виноградова проточного типу мав циліндричну камеру з ізолюючого матеріалу, яку охоплювали з двох сторін обкладання високочастотного конденсатора.

Розроблено установці на основі впливу ультразвукових коливань. Для технічних цілей найбільшого поширення набув діапазон частот в межах від 16 до 1600 кГц [1]. Основні елементи системи ультразвукових коливань - це перетворювач, акустичний трансформатор швидкості і деталі кріплення. Найбільше поширення набули електричні джерела з п'єзоелектричними і магнітострикційними перетворювачами. В основі бактеріцидної дії ультразвуку лежить механічна дія на бактерії, що викликає їх роздроблення. Руйнівна дія інтенсивних ультразвукових коливань в рідині обумовлено в основному явищем кавітації. Зона кавітації, в якій спостерігається бактерицидний ефект, називається зоною ефективної обробки [2,3,4].

Розглянемо знезараження молока бактерицидним випромінюванням. Є промислові установки для знезараження рідини з використанням бактерицидних ламп УФ випромінювань.

Установка бактерицидної обробки молока (УБТ-М) містить блок стерилізації, гідрозатвор, елементи приєднання молокопроводів і блок управління, які змонтовані в закритому й опечатаному корпусі.

Установка УБТ-М проста і надійна в експлуатації; налаштовується на будь-яку продуктивність від 1 до 3 т/год. Питома енергоємність становить 16,6 Вт - год/л. Джерело живлення змінний струм 220 В, 50 Гц. Маса установки 50 ... 80 кг.

Достатня ефективність процесу пастеризації молока досягається впливом електромагнітного поля високої частоти. Для цього розроблені варіанти проточних і непроточних високочастотних пастеризаторів. При конструюванні систем електродів завдання зводиться до підвищення рівномірний розподілу напруженості електричного поля в оброблюваній рідині. Вони забезпечують мінімальні зміни його фізико-хімічних властивостей.

Головне завдання - це отримання високоякісного молока з більш тривалим терміном зберігання. Тому нами проаналізовані фізичні способи, які ми маємо сьогодні в сучасній технології. Це: магнітна обробка, інфрачервоні пастеризатори і електродні пастеризатори і т.д. Є технології знезараження молока УФ та ІЧ

опроміненням, актинізатором. Після секції регенерації в цій технологічній лінії використовується УФ опромінення. Під дією цього опромінення в молоці з провітамінов утворюється вітамін Д, тобто поліпшується якість. Термічна обробка відбувається за допомогою інфрачервоного опромінення, а агентом нагріву є ІЧ промені, а не пар. Такий метод не ефективний при високій бактеріального обсіменіння. Найбільш перспективні апарати УФ та ІЧ опроміненя молока закритого типу, що передбачають обмеження потоку молока і забезпечують турбулентний режим руху рідини, що сприяє кращому перемішуванню всієї маси молока. Використання таких апаратів дає можливість при розрахунках користуватися середньою дозою опромінення по перетину потоку молока, середньою швидкістю руху його, визначати ступінь знищення бактерій в процесі опромінення за усередненим значенням цих величин і часу опромінення. Спосіб обробки молока УФ -ІЧ-випромінюванням має переваги перед термічною обробкою, так як для здійснення процесу не потрібно котлів-пароутворювачів, окремих приміщень.

Висновок. Заміна екзогенного тепла на ендогенне тепло, актуально. Використання УФ - НВЧ випромінювань в технології обробки молока відкриває великі перспективи. Однак, цей метод не отримав ще широкого практичного застосування в нашій країні. НВЧ нагрів має значні переваги, що за рахунок перерозподілу енергії електромагнітного поля у всьому об'ємі продукту між клітинами мікроорганізмів і середовищем можна здійснити такі режими термообробки, при яких клітини будуть нагріватись швидше, ніж їх навколишнє середовище. Стерилізацію молока можна зробити при менших температурах і за короткий час.

Л і т е р а т у р а

1. Логачева Е.А., Жданов В.Г. Проблемы внедрения СВЧ технологий в агропромышленное производство // Материалы международной научно- практической конференции «Актуальные проблемы энергетики АПК». / Е.А. Логачева, В.Г. Жданов, - С.: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 - С. 202...204.

2. Кунденко Н. П. Особенности распространения ультразвука в биологической среде / Н. П. Кунденко // Вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 11. – Т. 4. - С. 181– 186.

3. Аналіз впливу ультразвукових полів на біологічні об'єкти / М. П. Кунденко, О. Ю. Єгорова, І. І. Бородай, І. М. Шинкаренко // Сучасний рух науки: VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція (4-5 квітня 2019). - Дніпро, 2019. - С. 606-611.

4. Кунденко Н. П. Застосування акустичних полів в сільському господарстві / Н. П. Кунденко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків, 2010. – Вип. 102.– С. 123 – 124.

ОЦІНЮВАННЯ ЖОРСТКОСТІ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ФРЕЗЕРНОГО ВЕРСТАТА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ ARM GRAPH

Алієв В. У. – магістрант, alieff.valery2013@gmail.com

Кроль О. С. – к.т.н, професор, krolos.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена широким розповсюдженням сучасного високоточного металорізального обладнання та необхідністю дослідження його жорсткості, як на початкових етапах його проектування так і в процесі експлуатації.

Метою роботи Оцінка раціонального балансу піддатливості верстата яка може виступати як критерій оптимізації при визначенні статичної жорсткості базових деталей і конструкції в цілому

Забезпечення певного рівня точності та вібростійкості верстатів пов'язано з аналізом і визначенням їх жорсткості. Вирішальним чином на жорсткість надають формотворчі шпиндельні вузли. Так деформації рухомих шпиндельних бабок фрезерних верстатів можуть становити до 70% загальної деформації.

Найпоширеніше уявлення шпиндельного вузла [1-3], що використовують наближені і уточнені методи розрахунку, розглядає його як лінійно-деформується систему, в якій переміщення вузлів шпинделя виражається у вигляді лінійної функції прикладених сил не дозволяє вирішити комплексно цю задачу.

Ускладнення розрахунків шпиндельних вузлів на жорсткість і опір пластичних деформацій з урахуванням розподілу та режимів зміни напружень, розмірів і перетинів вимагає застосування розвинених систем автоматизованого проектування [4-6].

Розглянемо задачу розрахунку піддатливості конструкції шпиндельного вузла (шпиндель-розточене оправлення) приводу головного руху багатоопераційного фрезерно-свердлильно-розточувального верстата моделі СФ 68 [7], яку представляють у вигляді балки постійного перерізу на двох шарнірних опорах, 3D-модель якого приведена на рис.1.

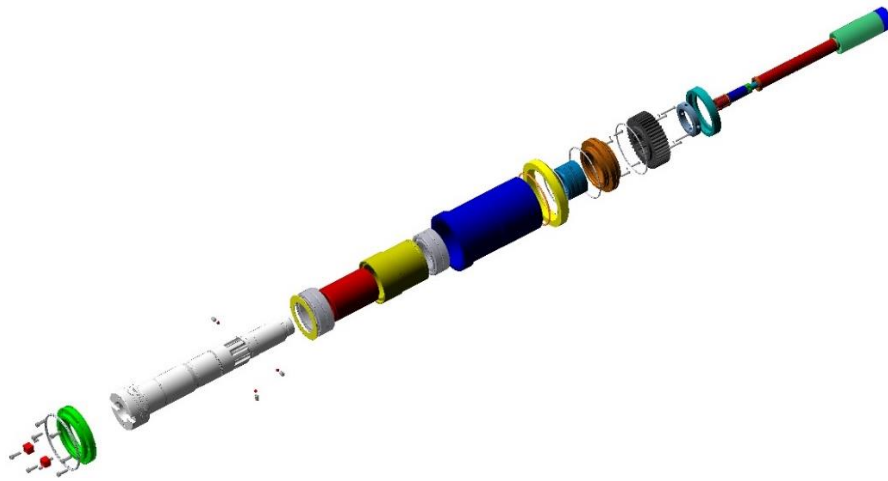


Рис. 1 – Тривимірна модель шпинделя з рознесенням деталей

Оцінка деформацій за допомогою методу безпосереднього інтегрування диференціального рівняння пружної лінії шпиндельного вузла є дуже трудомісткою вже при наявності трьох ділянок даної конструкції. Більш ефективний в обчислювальному відношенні є метод початкових параметрів, що дозволяє побудувати універсальне рівняння пружної лінії, що застосовується для будь-яких розрахункових схем конструкції в довільному перерізі x (характеризується модулем пружності E і осьовим моментом інерції поперечного перерізу I):

$$y(x) = \frac{0,34 \cdot 10^7 \cdot x}{E \cdot I} + \frac{297 \cdot (x - 148)^3 - 151,67 \cdot x^3 - 36,83 \cdot (x - 74)^3}{E \cdot I}, \quad (1)$$

На основі універсального рівняння побудовані епюри кутів повороту перерізів і прогинів, що дають уявлення про жорсткість проектованої конструкції.

Аналіз отриманих результатів, показує наявність значного запасу жорсткості (максимальний прогин на консолі (рис. 2) становить $y_{max} = f = 0,0066$ мм, а кут повороту консольного перетину становить $0,000185$ рад). При цьому стріла прогину на міжопорної частини при $[f] = 0,0003 \cdot l$ не повинна перевищувати $y_{max} = 0,0444$ мм. Допустимий кут повороту кінця шпинделя не повинен перевищувати $[\theta] = 0,001$ рад.

Облік лінійної податливості опори (здвоєні радіально-упорні підшипники 4-46112 ГОСТ 831-75 змонтовані за схемою «тандем») $\Delta = 0,2 \cdot 10^{-5}$ мм/Н дозволило уточнити характеристики деформаційного стану: $y_{max} = -0,0537$ мм; $\theta_{max} = 0,000337$ рад.

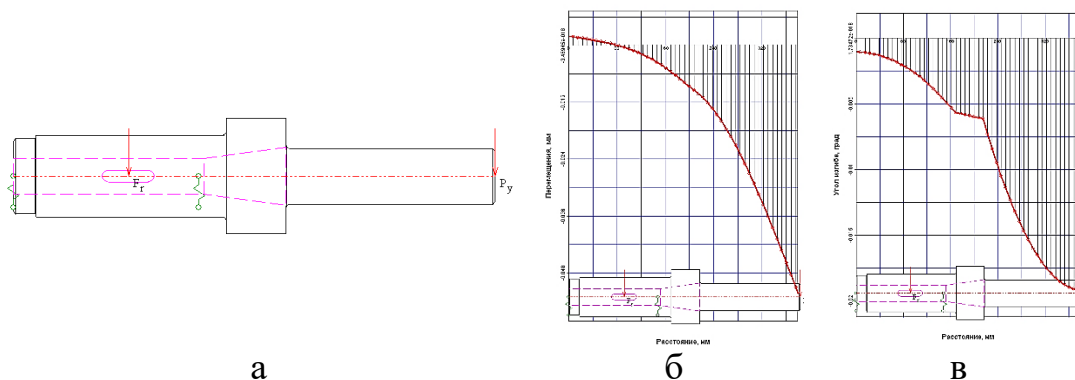


Рис. 2 – Деформаційний розрахунок шпиндельного вузла в APM SHAFT:
 а – розрахункова схема; б – еюра переміщень; в – еюра кутів повороту

Висновок. На основі проведених досліджень дана оцінка жорсткості шпиндельного вузла фрезерного верстата. Для цього за допомогою методу початкових параметрів розроблена пружно деформаційна модель системи, що зв'язує поперечні переміщення в вузлових перетинах з доданим навантаженням, а також побудовані еюри амплітуд початкових параметрів.

Л і т е р а т у р а

1. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018
2. Krol O.S., Sokolov V.I. Parametric Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. <https://doi.org/10.7546/PMMTD.2018>
3. Krol O.S., Osipov V.I. Modeling of construction spindle's node machining centre SVM1F4/Comission of Motorization and Power Industry of Agriculture. – OL PAN, 2013, Vol.13, is.3, Lublin, Poland. – P. 108–113.
4. O Krol and V Sokolov Modeling of carrier system dynamics for metal-cutting machines/IEEE Proceedings 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon) P. 1 – 5. <https://doi.org/10.1109/rusautocon.2018.8501799>
5. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. – P. 52–58. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>
6. Krol O.S., Burlakov E.I. Modeling of the spindle unit of the machining center / Bulletin of the National Technical University “KhPI”. – Kharkiv: NTU “KhPI”, is. 11(985), 2013. – P. 33–39.
7. Krol O. Selection of machine tools optimal cutting modes for designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2020. – 240 p. <https://doi.org/10.7546/SMTOCMD.2020>

МОДЕЛЮВАННЯ ПРУЖНО-ДЕФОРМАЦІЙНОГО СТАНУ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДУЛЯ АРМ STRUCTURE-3D

Алієв В. У. – магістрант, alieff.valery2013@gmail.com

Кроль О. С. – к.т.н, професор, krolos.snu.edu@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю постійного контролю безперебійної роботи верстатного обладнання в умовах динамічного навантаження та рівня напруженого стану головних вузлів верстату.

Метою роботи є проведення дослідження жорсткості шпиндельних вузлів в умовах максимально наближених до дійсної картини експлуатації фрезерних верстатів.

В існуючих дослідницьких роботах, присвячених оцінюванню жорсткості шпиндельних вузлів відсутня можливість обліку кутовий податливості шпиндельного вузла, що виявляє вплив на деформаційні показники проектованої конструкції [1].

Для ефективного моделювання, розрахунку напружено-деформованого стану з урахуванням кутовий податливості опор використовуємо модуль комплексного аналізу тривимірних конструкцій АРМ Structure-3D [2-4].

В процесі моделювання в середовищі АРМ Structure-3D створюється «каркасна» модель конструкції (рис. 1), в якій кордон стержневих елементів визначаються вузлами в тих точках, де прикладаються навантаження або змінюється згинальна жорсткість перерізу. Кожен стрижень має конкретні розміри і з'єднаний за допомогою вузлів з іншими стрижнями конструкції.

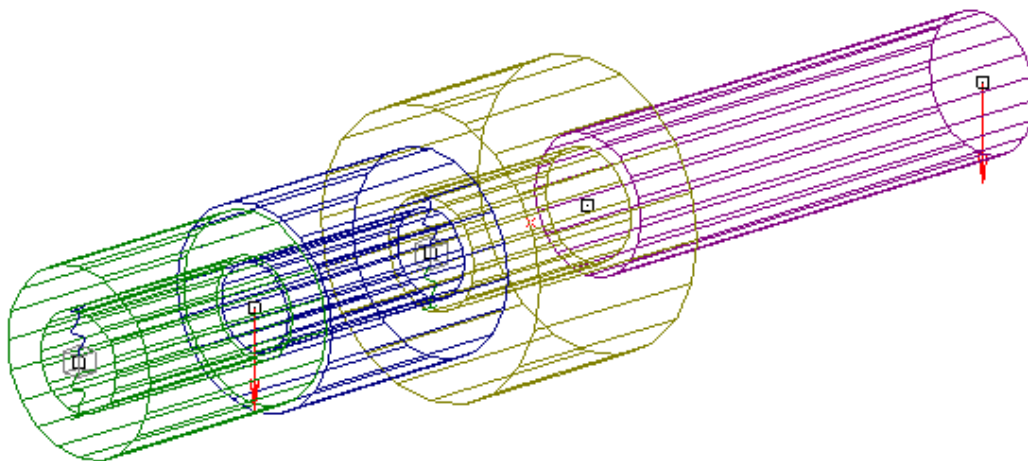


Рис. 1 – Каркасна модель конструкції шпинделя

Для проведення розрахунку цієї конструкції необхідно додатково задати:

- поперечні перерізи кожному зі стрижнів;
- опори для створеної конструкції, що визначають її положення в просторі;
- зовнішні навантаження, що діють на конструкцію;
- параметри матеріалу елементів конструкції.

Особливістю завдання опор є можливість суміщення в одній опорі і жорсткого і пружного закріплення, кожне з яких є абсолютно різними об'єктами. Вони будуть функціонувати спільно в тому випадку, коли діють за різними напрямками системи координат в вузлу. Для конструкції, що проектується, дозволені переміщення по напрямку дії сил P_y (вісь Z) та F_r (пружне закріплення) і поворот навколо осі Z . У режимі завдання жорсткого закріплення, включенням прапорців в полях переміщення в напрямку осі слід задати обмеження по переміщенню в напрямку висей X і Y , а також повороти навколо цих же осей.

Розрахунок в середовищі APM Structure-3D [5-7] дозволяє оцінити повну картину напружено-деформованого стану вала в будь-якому його перерізі, включаючи оцінку навантажень, силові фактори та ін., що представлені в пункті меню «Результати». На рис. 2. представлено поле переміщень, характерне для типової операції розточування, виробленої на багатоопераційним верстаті СФ68ВФ4.

Максимальні переміщення в консольній частини вузла з урахуванням кутових переміщень складають $u_{\max} = -0,0285$; $\theta_{\max} = 0,000768$ рад.

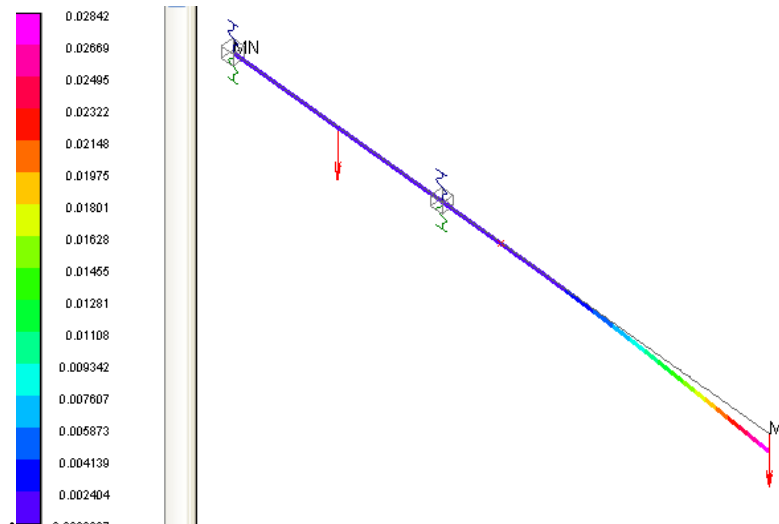


Рис. 2 – Еюра переміщень шпindelного вузла

Висновок. Аналіз отриманих результатів дозволяє вибрати найкращі конструктивні рішення, працюючи з різними навантаженими і їх комбінаціями. При цьому з'являється можливість проектувати конструкції близькі до рівно міцним за критерієм жорсткості.

Л і т е р а т у р а

1. Krol O.S., Sokolov V.I. 3D Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 140 p. https://doi.org/10.7546/3D_momtfd.2018
2. Krol O.S., Sokolov V.I. Parametric Modeling of Machine Tools for Designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academy Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2018. – 112 p. <https://doi.org/10.7546/PMMTD.2018>
3. Krol O.S., Osipov V.I. Modeling of construction spindle's node machining centre SVM1F4/Commission of Motorization and Power Industry of Agriculture. – OL PAN, 2013, Vol.13, is.3, Lublin, Poland. – P. 108–113.
4. O Krol and V Sokolov Modeling of carrier system dynamics for metal-cutting machines/IEEE Proceedings 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon) P. 1–5. <https://doi.org/10.1109/rusautocon.2018.8501799>
5. Krol O., Tsankov P., Sokolov V. Rational choice of two-support spindles for machining centers with lubrication system/EUREKA: Physics and Engineering, is. 3, 2018. – P. 52–58. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2018.00648>
6. Krol O.S., Burlakov E.I. Modeling of the spindle unit of the machining center / Bulletin of the National Technical University “KhPI”. – Kharkiv: NTU “KhPI”, is. 11(985), 2013. – P. 33–39.
7. Krol O. Selection of machine tools optimal cutting modes for designers. – Sofia: Prof. Marin Drinov Academic Publishing House of Bulgarian Academy of Sciences, 2020. – 240 p. <https://doi.org/10.7546/SMTOCMD.2020>

ПРО СТІЙКІСТЬ ІНСТРУМЕНТУ ЯК ВИХІДНОГО ПАРАМЕТРУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ

Алтухов В.М. – к. т. н., доцент, VAdivli111@gmail.com

Боровік П.В. – к. т. н., доцент, borovikpv@ukr.net

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим, що важливою задачею сучасного машинобудування є підвищення ефективності процесу різання на металообробних верстатах. Стійкість інструменту при цьому є вихідним параметром для визначення оптимальних режимів різання.

Метою роботи є: дослідження довідкових даних по визначенню стійкості інструменту з метою виявлення похибок довідкових даних; розробка рекомендацій для промислових підприємств при використанні загальномашинобудівних нормативів режимів різання.

В роботі [1, с. 7] показано, що незважаючи на те, що для опису залежності

стійкості різального інструменту від швидкості різання різними дослідниками [2, с. 156; 3, с. 43] запропонований ряд формул, на практиці найбільшого поширення набула ступенева залежність Тейлора:

$$T = C_T / (V^m \cdot S^x \cdot t^y \cdot HB^z),$$

де T – стійкість інструменту, хв;

V – швидкість різання, м/хв;

S – подача, мм/об;

t – глибина різання, мм;

HB – твердість оброблюваного матеріалу;

C_T, m, x, y, z – коефіцієнти.

Слід зазначити, що під час механічної обробки може відбуватися зміцнення оброблюваної поверхні, що вимагає удосконалення методики стойкостних випробувань в порівнянні з класичними, при яких заготовка послідовно обробляється на будь-яких режимах різання з метою вивчення процесу зносу інструменту та визначення його стійкості по заданому критерію.

Автори провели літературний огляд відомих методичних розробок з проведення стойкостних випробувань ріжучого інструменту при різанні різних матеріалів. У відомих методиках [5] не було виявлено уваги до чиннику підвищення твердості обробленої поверхні в деяких діапазонах режимів різання, що призвело до неточних результатів при визначенні стійкості ріжучого інструменту у загальномашинобудівних нормативах режимів різання. Це не було виявлено раніше по причині розкиду періоду стійкості різального інструменту у зв'язку з його стохастичною природою.

На рис. 1 видно, як, при точінні сплаву 0X20H5AG12MФ різцем з твердого сплаву ВК6М (мастильно-охолоджуюча рідина: 5 % ЭТ-2 по ТУ 38-101599-75), твердіший поверхневий шар, утворений на попередньому переході при стойкостному експерименті, на якому відбувалося зміцнення поверхневого шару деталі, вирізує характерну лунку на задній поверхні інструменту. Коли б це був режим різання, на якому не відбувалося би зміцнення поверхневого шару деталі, то знос був би менше, а стійкість – більше. Таким чином, крива залежності стійкості інструменту від швидкості різання теж була би іншою.

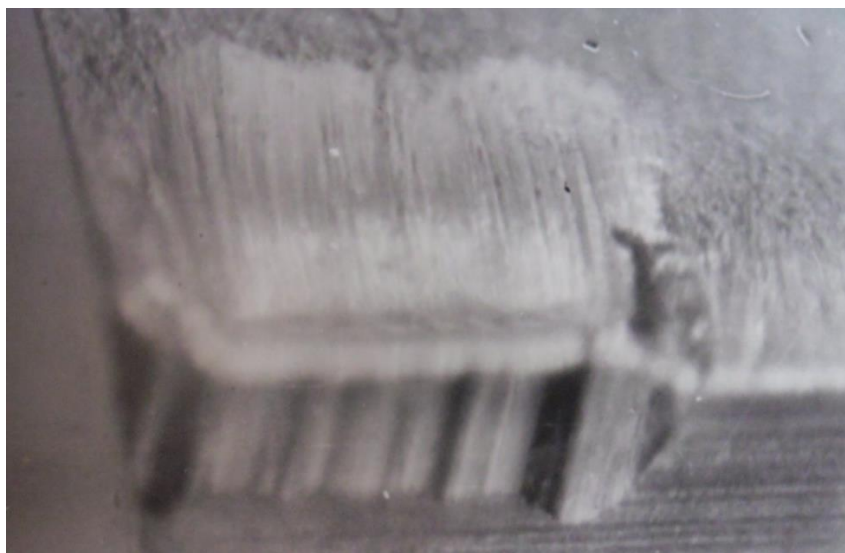


Рис. 1 – Вид зносу при точінні сплаву 0X20H5AG12MΦ інструментом з твердого сплаву ВК6М при швидкості різання $V = 0,7$ м/с (подача $S_o = 0,11$ мм/об, глибина різання $t = 0,5$ мм, час роботи - 35 хв)

Наявні в довідниках [4] дані по вибору режимів різання були отримані при проведенні стойкостних експериментів без урахування в ході експерименту можливого зміцнення оброблюваної поверхні, що дало систематичну похибку на отримані результати.

Висновок. При необхідності виконання обробки різанням в умовах великосерійного і масового виробництва доцільно проведення стойкостних випробувань у виробничих умовах з урахуванням можливого зміцнення оброблюваної поверхні при різанні, тому що наявні в довідниках [5] дані по вибору режимів різання були отримані при проведенні стойкостних експериментів без урахування в ході експерименту можливого зміцнення оброблюваної поверхні.

Л і т е р а т у р а

1. Дубовицкий Д. В. Оптимизация скорости резания в режиме реального времени при токарной обработке: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Дубовицкий Дмитрий Викторович. – Тула, 2009. – 16 с.
2. Попок Н. Н. Теория резания. – Новополюцк: ПГУ, 2006. – 228 с.
3. Анцев А. В. Прогнозирование периода стойкости режущего инструмента на основе полиномиальной стойкостной зависимости / Инновации в машиностроении: сборник трудов VIII научно-практической конференции. Под ред. Х. М. Рахимянова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. С. 42-48.
4. Методики експериментальних досліджень по визначенню вихідних даних для розробки загальномашинобудівельних нормативів режимів різання по основним видам обробки / Под ред. Грановського Г. И. – М.: НИИмаш, 1982. – 159 с.

5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением. Часть II. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика, 1990. – 473 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ТОЧІННІ ЖАРОМІЦНОГО НІКЕЛЕВОГО СПЛАВУ ХН67МВТЮ

Герасименко І.В. – магістрант, gerasimenko0910@gmail.com

Алтухов В.М. – к. т. н., доцент, VAdivli111@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим, що підвищення ефективності процесу різання при обробці жароміцних нікелевих сплавів є важливою задачею сучасного машинобудування.

Метою роботи є: дослідження по визначенню виду зносу інструменту при різанні жароміцного нікелевого сплаву ХН67МВТЮ.

Жароміцний сплав на нікелевій основі ХН67МВТЮ, вживають для виготовлення деталей, що працюють при температурі 750-900 °С. У таблиці 1 приведені фізико-механічні властивості сплаву ХН67МВТЮ.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості сплаву ХН67МВТЮ

№ групи по класифікації [1]	Матеріал	Межа міцності, σ_b , МПа	Твердість
5	ХН67МВТЮ	1150-1250	НВ 280...295

В ході експериментальних досліджень при точінні сплаву ХН67МВТЮ різцями з чотиригранними пластинками з твердого сплаву ВК6М, проводилося вивчення вигляду зносу на задній і передній поверхнях ріжучого інструменту. Було встановлено, що вигляд зносу на задній і передній поверхнях ріжучого інструменту залежить від швидкості різання.

У даній роботі не аналізуватимемо вигляд і особливості зносу у всьому дослідженому діапазоні зміни швидкості різання. Зупинимось лише на тому, щоб показати, що у вузькому діапазоні режимів різання відбувається зміцнення поверхневого шару оброблюваного матеріалу.

На рис. 1 показаний вигляд зносу ріжучого інструменту при точінні жароміцного нікелевого сплаву ХН67МВТЮ різцями з чотиригранними пластинками з твердого сплаву ВК6М при швидкості різання $V = 1,1$ м/с (подача

$S_o = 0,11$ мм/об, глибина різання $t = 0,5$ мм, мастильно-охолоджуюча рідина: 5 % МХО-64а) і часу роботи 4,5 хв. Видно, що ріжуча кромка на вершині і уздовж головного ріжучого леза, де сходила стружка, рівна.

На рис. 2 показаний вигляд зносу ріжучого інструменту при точінні жароміцного нікелевого сплаву ХН67МВТЮ різцями з твердого сплаву ВК6М при швидкості різання $V = 0,52$ м/с ($S_o = 0,11$ мм/об, $t = 0,5$ мм, 5 % МХО-64а) і часу роботи 40 хв.



Рис. 1 – Вигляд зносу ріжучого інструменту при точінні сплаву ХН67МВТЮ інструментом з твердого сплаву ВК6М при $V = 1,1$ м/с

Видно, що при цих режимах різання твердіший край стружки вирізує характерний вусик на передній поверхні інструменту, а твердіший поверхневий шар, утворений на попередньому переході при стойкостном експерименті, вирізує характерну лунку на задній поверхні інструменту. Відповідно, при цих режимах різання відбувається зміцнення поверхневого шару деталі.

На рис. 3 показаний вигляд зносу ріжучого інструменту при точінні жароміцного нікелевого сплаву ХН67МВТЮ різцями з твердого сплаву ВК6М при швидкості різання $V = 0,5$ м/с ($S_o = 0,11$ мм/об, $t = 0,5$ мм, МОР: 5 % МХО-64а) і часу роботи 29 хв.



Рис. 2 – Вигляд зносу ріжучого інструменту при точінні сплаву ХН67МВТЮ інструментом з твердого сплаву ВК6М при $V = 0,52$ м/с

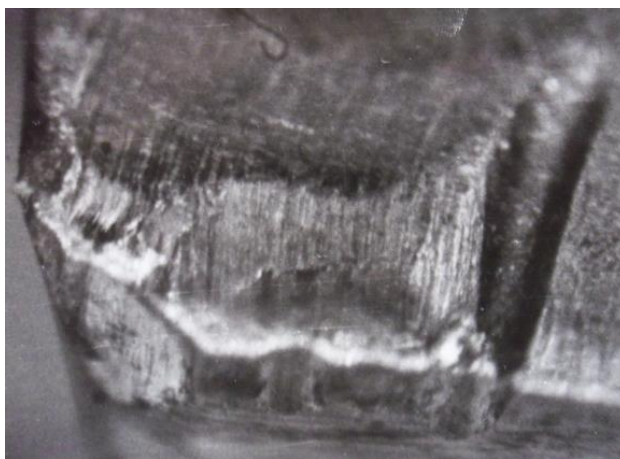


Рис. 3 – Видгляд зносу ріжучого інструменту при точінні сплаву ХН67МВТЮ інструментом з твердого сплаву ВК6М при $V = 0,5$ м/с

Видно, що при цих режимах різання твердіший край стружки вирізує характерний вусик на передній поверхні інструменту. Відповідно, тут також відбувається зміцнення поверхневого шару деталі.

Висновок. Відзначимо, що приведені фотографії чітко показали, що існує вузький діапазон режимів різання, при якому відбувається зміцнення оброблюваної поверхні. В разі вибору оптимальних режимів різання по критерію максимальної твердості і міцності поверхневого шару може бути досягнуте підвищення експлуатаційної здатності деталей у декілька разів.

Л і т е р а т у р а

1. Гуревич Я.Л., Горохов М.В., Захаров В.И. и др. Режимы резания труднообрабатываемых материалов. – М.: Машиностроение, 1986. – 241 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ З ЧПК

Гутник А.З. – студент, andrew.gutnik10@gmail.com
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., професор, info@zmok.kiev.ua

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Актуальність. В кінці 80-х років минулого століття верстатобудування в Україні було на підйомі [2]. В той час Україна мала 16 діючих верстатозаводів, займала друге місце в СРСР після Російської федерації по виробництву і реалізації верстатів (з них 6 – токарних) і була лідером по кількості винаходів та інших

інновацій. Крім того, сучасні верстати з ЧПК виготовлялися по міністерству авіаційної промисловості (Київський завод ім. Артема, Запорізьке ВО «Мотор Січ»). В ці роки в Україні виготовлялося в рік понад 37 тис. верстатів, які успішно реалізовувалися не тільки в межах СРСР, але країн Європи, Азії, Америки і Африки. За станом на 2007 рік в Україні було виготовлено менш ніж 500 верстатів, а сьогодні не більше 100.

Без аргументації було ліквідовано ряд заводів, в тому числі інструментальних, і конструкторських бюро, зокрема спеціальне конструкторське бюро багатошпиндельних автоматів (СКББА) і всесвітньо відомий Київський завод верстатів-автоматів (остання назва ВАТ «Веркон»), який прославився випуском гами (від надлегких до надважких) багатошпиндельних токарних автоматів (БТА) та напівавтоматів і на їх базі автоматичних ліній, що по показникам надійності, продуктивності, точності не поступалися провідним фірмам світу і експортувалися близько в 40 країн, серед яких багато в Японію. Припинив свою діяльність Житомирський завод БТА (остання назва «Верстатуніверсалмаш»). В той же час на підприємствах України ще працюють БТА, які потребують ремонту і модернізації замість придбання дорогих іноземних моделей.

Метою даної роботи є відродження могутності України, як суверенної високорозвиненої **індустріально-аграрної держави** з сучасним вітчизняним машинобудуванням за рахунок інноваційного прориву і використання міждисциплінарного підходу під стратегічним гаслом **«Випередити, не наздоганяючи!»**.

Для досягнення мети виконаний аналіз причинно-наслідкових зв'язків і суттєвих факторів, що вплинули на стан верстатобудування. Серед них можна виділити наступні: політичні (в Україні верстатобудування не входить до пріоритетних галузей); економічні (інфляція, низькі заробітні плати, відсутність матеріальних стимулів); соціальні (безробіття, розрив ланцюга інтеграції наука-освіта-виробництво); організаційні (розсипалася налагоджена система кооперації, поставок, комплектації, відсутність генеральної стратегії); інтелектуальні і інформаційні (немає нових ідей, різко скоротилася кількість винаходів і винахідників внаслідок недолугої Постанови КМУ №496 про суттєве збільшення зборів, на порядок); моральні (спрямований розвал підприємств з метою їх перепрофілювання, надання в оренду або продаж площ під торгівельні установи, склади для імпорتنих товарів, тощо). Розроблені рекомендації по модернізації і створенню нового покоління БТА, по яким на кафедрі конструювання машин отримано патенти України на винаходи №№83859, 86659, 95323, 104512, 116050, 120169, 120959 і корисні моделі №№35910, 40861, 79495, 80481, 95295, 109195, 115093, 113751, 113767, 114781, 124516 та інші.

Висновок. Верстатобудування, як серцевина машинобудування, вимагає до себе особливої уваги. Це давно зрозуміли в багатьох країнах, де економіка почала розвиватися: в Китаї, Індії, Тайвані, Ірані ще понад 25 років тому верстатобудування практично не було, а сьогодні азіатські верстати конкурують з європейськими по цінам і навіть по якості. В Україні все ще є високий науковий потенціал, достатньо добрих спеціалістів і інженерних кадрів, щоб знову стати візитною карткою, як міцної **індустріально-аграрної держави**, а не сировино-споживчим додатком або колонією. Це наочно доведено спільними досягненнями на міждисциплінарному рівні кафедр електромеханіки і конструювання машин КПП з використанням генетичного підходу і єдиної інформаційної мови [1]. Серед першочергових завдань: 1. Забезпечити державну підтримку і вагомні інвестиції у верстатобудування. При міністерстві економіки і розвитку торгівлі створити **департамент верстатно-інструментальної промисловості**. 2. Звести до **розумного мінімуму імпорт** іноземних верstatів. 3. Відновити інтеграцію науки, освіти, бізнесу і виробництва, закріпивши це на законодавчому рівні. 4. В системі освіти здійснити **перехід від застарілої репродуктивної форми передачі знань до креативної з використанням системного міждисциплінарного підходу і конвергенції**. 5. Забезпечити цільове виділення державних коштів на модернізацію і оновлення **лабораторно-дослідницької бази** машинобудівних кафедр провідних ВНЗ України. 6. **Реанімувати підготовку робочих і технічних кадрів** завдяки професійному навчанню в ПТУ, СПТУ, технікумах і коледжах по машинобудуванню. 7. Відродити у ВНЗ на новому якісному рівні навчально-виробничі майстерні, де кожний майбутній інженер повинен оволодіти робочими професіями. 8. Створити **базу даних «Перспективні винаходи»** в галузі машинобудування та інноваційний банк знань. 9. Взяти на озброєння **запропоновану вченими КПП ім. І. Сікорського концепцію створення і передбачення верstatів і робототехнічних комплексів нових поколінь** [1,2]. 10. Докорінно змінити систему державного управління і політику підбору кадрів-професіоналів з високими моральними якостями.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов Ю.Н. Эволюционный и генетический синтез технологического оборудования нового поколения // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч. – техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – Вып. 85. - с.149-162.
2. Кузнецов Ю.М. Сучасний стан, перспективи розвитку і виробництва металорізальних верstatів в Україні // Вісті Академії інженерних наук України, №1(41), 2011. – с.2-10.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАКОЧУВАННЯ ШИЙОК МАЛОНАВАНТАЖЕНИХ ВАЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Дем'янов О.В. – студент, psv26@i.ua

Попов С.В. – к.т.н., доцент, stanislav.popov@pdaa.edu.ua

Полтавська державна аграрна академія

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю здійснення механічної обробки для поліпшення шорсткості ділянок робочих поверхонь малонавантажених валів техніки у сільському господарстві, виготовлених з якісної конструкційної вуглецевої сталі 10, із мінімальними витратами на придбання інструменту.

Метою роботи є дослідження можливості використання інструментів, у яких матеріал робочої частини виконано із надтвердого матеріалу (гексаніт-Р) для алмазного накочування. Характерною особливістю є використання зіпсованих змінних наконечників, що працювали раніше у складі токарних різців, та вийшли з ладу. Задачі полягали у наступному: дослідити можливість використання НТМ «Гексаніт-Р» для здійснення операції алмазного накочування ділянок валів з матеріалу Ст10; визначити можливість переточування використаних наконечників з НТМ «Гексаніт-Р» від токарних різців для використання їх у якості алмазних накочувачів із запропонованим можливою формою їх робочої поверхні; встановити рекомендовані режими обробки для здійснення операції накочування.

Основна частина. Дослідженню питань підвищення якості деталей технологічних машин присвячено чимало наукових праць [1-3]. Слід звернути увагу також на подальше вивчення вже існуючих методів механічної обробки, що полягає в удосконаленні технології обробки, а також конструкцій наявного основного та допоміжного видів інструменту [4, 5].

Дослідження виконувались на зразках із сталі марки Ст10. Радіус заокруглення для накочувача становив 5 мм в повздовжньому напрямку як для матеріалу, що підлягає обробці (незагартована сталь). Для полегшення заточування робочої частини формоутворення у вертикальному напрямку не здійснювалась. Робоча частина накочувача у вертикальній площині контактує з випуклою поверхнею заготовки, забезпечуючи необхідну обмежену пляму контакту. Вказана пляма контакту є достатньою для проведення накочування.

Для закріплення накочувача на токарному верстаті була виготовлена оправка, яка дозволяє підпружинене притискання інструмента до заготовки.

Відсутність вертикального формоутворення робочої частини інструмента запропоновано компенсувати точним налагодженням відносно осі оброблювальної заготовки. В різцетримачі токарного верстата хвостовик оправки затискається таким чином, щоб центр осердя наконечника для накочування потрапляв суворо на вісь заготовки, яка оброблюється. Вказане налагоджування забезпечують шляхом попереднього встановлення у трьохкулачковий патрон замість оброблювальної деталі шаблону, який точно визначає вісь обертання заготовки. Вказану процедуру можна контролювати і за допомогою наконечника заднього обертового центра.

Для тарування зусилля притискання оправка для алмазного накочування встановлювалась вертикально і зверху навантажувалось вантажем, вага якого була відома. Відстань між рухомою і нерухомою деталями контролювалась кількістю поділок, які нанесені на рухомі деталі оснастки. Складена тарувальна таблиця визначала зусилля притискання.

Дослідження здійснювалось шляхом накочування шийок валу на заготовки з матеріалу Ст10 після його напівчистого обточування. Контроль досягнутої шорсткості здійснювався за допомогою зразків шорсткості. Розглядався як «жорсткий», так і «пружний» контакт накочувача з оброблювальною поверхнею. Викликає зацікавлення використання «жорсткого» накочування, але з використанням наявного оснащення не вдалося одержати хоч яких позитивних результатів.

Висновки. За результатами проведених досліджень підтверджена можливість використання у якості матеріалу робочої частини інструмента для накочування НТМ «Гексаніт-Р». Встановлювався накочувач у підпружинену оправку, головною умовою для якої була відсутність люфтів. Форма переточування наконечників від токарних різців з НТМ «Гексаніт-Р» (з радіусом заокруглення 5 мм лише у вертикальній площині) підтвердила свою працездатність для використання під час обробки матеріалу Ст10 за умови точного розташування осердя накочувача відносно осі обертання заготовки. Запропоновані наступні режими обробки: зусилля притискання - 200 Н; подача - 0,05 мм/об; швидкість накочування - 50 м/хв. Після 40 годинних ресурсних випробувань будь-яких змін або слідів зношування на робочій поверхні накочувача взагалі не спостерігається. В результаті досліджуваної обробки поверхні заготовки шорсткість з Ra 3,2 мкм була покращена до Ra 0,8 мкм.

Л і т е р а т у р а

1. Гнітько С.М., Бучинський М.Я., Попов С.В., Чернявський Ю.А. Технологічні машини: підручник для студентів спеціальностей механічної інженерії закладів вищої освіти. Харків: НТМТ, 2020. 258 с.

2. Коробко Б.О., Фролов Є.А., Попов С.В., Ясько С.Г. Прогресивні технології у машинобудуванні. Навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. 168 с.

3. Фролов Є.А., Кравченко С.І., Попов С.В., Гнітько С.М. Технологічне забезпечення якості продукції машинобудування: монографія. Полтава: Технологічний центр, 2019. 204 с.

4. Vasyliiev A., Popov S., Vasyliiev Ie., Shpylka A., Vovchenko V. Modernization of the method of rotary form making of external profile surfaces. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. №6/1(96). P. 55-61.

5. Korobko, B., Vasyliiev, Ie., Popov, S., Vasilyev, A. Modified Hexanit cutters for knurling of cylindrical shaft sections. ScienceRise. 2020. №1. С.3-9.

ПОРІВНЯЛЬНА ОБРОБЛЮВАНІСТЬ РІЗАННЯМ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ В УМОВАХ ТОЧІННЯ

Костюкевич А.В. – магістрант, android1017@icloud.com

Алтухов В. М. – к. т. н., доцент, VAdivli111@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим, що підвищення ефективності процесу різання при обробці титанових сплавів є важливою задачею сучасного машинобудування.

Метою роботи є: дослідження по визначенню залежності стійкості інструменту від швидкості різання для механічної обробки титанових сплавів ВТ14 і ВТ23.

У таблиці 1 приведені фізико-механічні властивості сплавів ВТ14 і ВТ23.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості оброблюваних матеріалів

№ групи по класифікації [1]	Матеріал	Межа міцності, σ_B , МПа	Твердість
7	ВТ14	900-1000	НВ 255...270
	ВТ23	1100-1200	НВ 255...270

Вітчизняними і зарубіжними авторами для різних умов різання запропонована велика кількість аналітичних залежностей стійкості інструменту від режимів різання [2, 3]. Проте невиясненими залишаються закономірності, характерні для різних груп важкооброблюваних матеріалів, що не дозволяє ефективно використовувати можливості сучасних металорізальних верстатів.

Для проведення експериментальних досліджень при точінні використовувалися заготовки довжиною 300-400 мм і діаметром 90-140 мм.

Залежність стійкості ріжучого інструменту T від швидкості різання сплаву ВТ14 (подача $S_o = 0,11$ мм/об, глибина різання $t = 0,5$ мм, мастильно-охолоджуюча рідина – 5 % ЭТ-2) ріжучим інструментом з твердого сплаву марки ВК6М наведена на рис. 1. Слід зазначити, що при швидкості різання, рівній 2,7 м/с, одного дня стався спалах стружки.

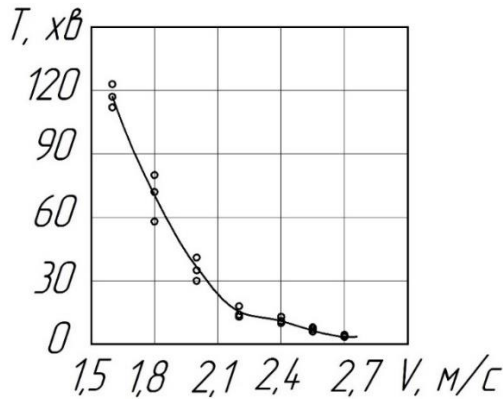


Рис. 1 – Зміна T при точінні сплаву ВТ14 ріжучим інструментом з твердого сплаву марки ВК6М

Залежність стійкості ріжучого інструменту T від швидкості різання сплаву ВТ23, (подача $S_o = 0,15$ мм/об, глибина різання $t = 2$ мм, мастильно-охолоджуюча рідина – 5 % МХО-64а) ріжучим інструментом з твердого сплаву марки ВК6 представлена на рис. 2.

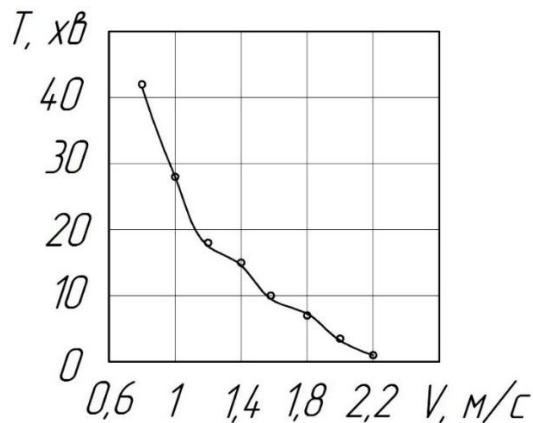


Рис. 2 – Зміна T при точінні сплаву ВТ23 ріжучим інструментом з твердого сплаву марки ВК6

При точінні використовувався різець токарний збірний прохідний. Пластинки виконані по ТУ 48-19-63-73. Пластинки чотиригранні, з параметрами: передній кут $\gamma = 0^\circ$; задній кут $\alpha = 11^\circ$; головний кут в плані $\varphi = 45^\circ$; допоміжний кут в плані $\varphi_1 = 45^\circ$.

З врахуванням рекомендацій [4], число дослідних точок при варіюванні швидкості різання V при роботі ріжучим інструментом було рівним 7...8. На кожній дослідній точці експеримент проводився три рази. За критерій затуплення різців в умовах точіння при стойкостних випробуваннях приймалася ширина зношеної контактної площадки по задній поверхні $h_3 = 0,5$ мм.

Встановлений зв'язок між стійкістю ріжучого інструменту і режимами різання в умовах обробки важкооброблюваних матеріалів при безперервному різанні для титанових сплавів ВТ14 і ВТ23. Це дозволить ефективніше проводити процес механічної обробки.

Висновок. Проведено аналіз закономірності зміни стійкості ріжучого інструменту від режимів різання для титанових сплавів ВТ14 і ВТ23, представлених з сьомої групи важкооброблюваних матеріалів в умовах точіння.

Л і т е р а т у р а

1. Гуревич Я.Л., Горохов М.В., Захаров В.И. и др. Режимы резания труднообрабатываемых материалов. – М.: Машиностроение, 1986. – 241 с.

2. Анцев А. В. Прогнозирование периода стойкости режущего инструмента на основе полиномиальной стойкостной зависимости / Инновации в машиностроении: сборник трудов VIII научно-практической конференции. Под ред. Х. М. Рахимянова. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. С. 42-48.

3. Мазур М. П. Основи теорії різання матеріалів / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, А. І. Грабченко та ін. – Львів: Новий Світ-2000. – 471 с.

4. Методики експериментальних досліджень по определению исходных данных для разработки общемашиностроительных нормативов режимов резания по основным видам обработки / Под ред. Грановского Г. И. – М.: НИИмаш, 1982. – 159 с.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ, ВИГОТОВЛЕНОЇ З ВАЖКООБРОБЛЮВАНОВОГО МАТЕРІАЛУ

Подройко Є.О. – магістрант, evgeniy.podroiko@ukr.net

Маслов С.Ю. – магістрант, senek_98@ukr.net

Сергієнко О.В. – к.т.н., доцент, sergienko.o.v@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження. Розробка і впровадження технологічних рішень, що знижують собівартість продукції за рахунок інтенсифікації процесів обробки заготовок в значній мірі визначає конкурентну перевагу того чи іншого

виробництва. Більшою мірою це стосується підприємств, що займаються виготовленням деталей з важкооброблюваних матеріалів.

Однак, заготовки з високоміцних і жароміцних сталей і сплавів характеризуються поганою оброблюваністю різанням [1, стор. 151]. Так, наприклад, при обробці заготовок з жароміцних сталей і сплавів виникають сили різання, в 1,2 ... 2 рази більші, ніж при обробці Сталі 45 [2, стор. 34]. Зростання сили різання тягне за собою збільшення кількості теплоти, що виділяється в зрізаному шарі. Так як більшість важкооброблюваних матеріалів мають низьку теплопровідність, температура в зоні різання може бути в 2 ... 3 рази вище, ніж при обробці звичайних конструкційних матеріалів [2, стор. 35].

Крім того, високі контактні температури є основною причиною низької стійкості різального інструменту, тому обробку важкооброблюваних матеріалів слід здійснювати при малих швидкостях різання [1, стор. 151].

Тому дослідження методів підвищення ефективності токарної обробки поверхні деталі, виготовленої з важкооброблюваного матеріалу є актуальним науково-практичним завданням.

У зв'язку з цим, **мета роботи** полягає в дослідженні методів підвищення ефективності токарної обробки поверхні деталі, виготовленої з важкооброблюваного матеріалу.

Методи, що покращують оброблюваність важкооброблюваних матеріалів умовно можна поділити на два напрямки: підвищення працездатності інструменту [3, стор. 80], введення додаткової енергії в зону різання [4, стор. 6].

Підвищення працездатності різального інструменту досягається шляхом нанесення на його робочі поверхні зносостійких покриттів (зміцнення) шляхом конденсації газоподібних сполук з газового середовища з утворенням твердих плівок, шляхом термодифузії в матеріал інструменту твердих сполук з металевих порошків, або шляхом конденсації речовин з плазмової фази в умовах іонного бомбардування. Застосування того чи іншого способу зміцнення робочих поверхонь ріжучого інструменту дозволяє підвищити його стійкість в 1,2 ... 2 рази [3, стор. 84].

Введення додаткової енергії в зону різання при механічній обробці важкооброблюваних матеріалів є не що інше, як застосування комбінованих методів обробки.

Можна виділити наступні методи комбінованої обробки металів і інших конструкційних матеріалів: електромеханічна обробка; електрохімічна обробка; термомеханічна обробка; механічна обробка з ультразвуком; механоплазменна обробка та інші [5, стор. 77].

Перевагами комбінованих методів є підвищена продуктивність обробки, краща якість обробленої поверхні, що досягається впливом на матеріал заготовки

різних видів енергії, при цьому покращуються механічні та експлуатаційні властивості деталі [5, стор. 77]. Крім того, використання комбінованих методів дозволяє знизити сили різання та енергоспоживання на 20...25%; збільшити стійкість твердосплавного інструменту.

Сутність інтенсифікації процесу різання полягає в подачі в зону різання енергетичного потоку певної фізичної природи на додаток до енергетичного потоку, що породжується пластичною деформацією. Однак, для отримання синергетичних ефектів від інтенсифікації процесу різання необхідно узгодити енергетичні потоки різної фізичної природи, що діють на опрацьований матеріал, в просторі і в часі.

Застосування комбінованого методу обробки доцільно в разі, коли досягається економічний ефект, який перевищує витрати на впровадження і здійснення даного методу.

Висновок. В результаті проведеного літературно-патентного огляду встановлено, що найбільш перспективним способом інтенсифікації процесів механічної обробки важкооброблюваних та інших конструкційних матеріалів є використання комбінованого методу обробки з введення в зону різання додаткового потоку електричної енергії.

Л і т е р а т у р а

1. Поставенська М. Ю. Проблеми обробки важкооброблюваних матеріалів на багатоцільових верстатах / М. Ю. Поставенська // Матеріали II Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2019. — Т.: ТНТУ, 2019. — С. 150–151.

2. Глембоцька Л.Є. Оптимізація режимів різання при торцевому фрезеруванні плоских поверхонь деталей з важкооброблюваних матеріалів / Л.Є. Глембоцька, П.П. Мельничук, В.О. Черпицький // ВІСНИК ЖДТУ № 1 (48), 2009. – С. 34 – 40.

3. Створення нових типів конкурентоспроможних різальних пластин та виготовлення дослідної партії інструменту для механічної обробки важкооброблюваних матеріалів / С.А. Клименко, М.М. Прокопів // Наука та інновації. — 2018. — Т. 14, № 1. — С. 80-85.

4. Електрофізичні та електрохімічні методи обробки матеріалів / Б.А. Артамонов, Ю.С. Волков та ін.т.1, М.: Вища школа,1983, 180 с.

5. Клименко В.М. Технологія конструкційних матеріалів. Частина третя. Основи механічної обробки матеріалів. Навчальний посібник / В. М. Клименко, О. П. Шиліна, А. Ю. Осадчук. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.– 90 с.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОДНОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ З ЧПК

Сомов Д.О. – студент, dimasomzag1@gmail.com
Кузнєцов Ю.М. – д.т.н., професор, info@zmok.kiev.ua

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Актуальність. Рано чи пізно кожна людина замислюється над майбутнім: для себе, як особистості, для своєї родини, для своєї країни, для всього людства. Знаходячись в карантині, був час переосмислити свої погляди в майбутній професійній діяльності як студента і випускника Київської політехніки. Представників технічної інтелектуальної еліти, цікавить в першу чергу не віртуальна, а матеріальна реальність з осмисленням проблем і причинно-наслідкових зв'язків, які безпосередньо впливають на процвітання і благополуччя українського народу.

В умовах викликів четвертої промислової революції «Індустрія 4.0» перед вченими і промисловиками виникають нагальні потреби автоматизації, роботизації, комунікації і діджиталізації суспільства [3,4,5]. Вряд чи можна змиритися з тим, що з таким промисловим, людським, природнім, духовним і культурним потенціалом нашу Україну під зовнішнім впливом і прибічників зсередини намагаються знищити, нав'язуючи деіндустріалізацію і руйнуючи верстатобудування – серцевину машинобудування.

Ще в минулому столітті Україна була першою серед республік СРСР по виробництву автоматизованих верстатів токарної групи: Київський завод багатошпindelних токарних автоматів (остання назва ВАТ «Веркон»), Житомирський завод багатошпindelних токарних автоматів (остання назва «Верстатуніверсалмаш»), Мелітопольський завод ім. 23 жовтня, який виготовляв одношпindelні токарно-револьверні автомати, Бердичівський верстатозавод «Комсомолець» (остання назва ВАТ «Беверс»), який перший розпочав виробництво токарно-револьверних верстатів з програмним керуванням [2].

Одношпindelні токарні автомати (ОТА) з різними системами керування виготовлялися по розробкам Ленінградського особливого конструкторського бюро автоматно-револьверних верстатів (ЛенОКБАРВ) на заводах РФ (міста Алапаєвськ, Новочеркаськ, Пенза, Хабаровськ) і Прибалтики. В Україні і, зокрема в Києві, багато приладобудівних заводів, тому модернізація ОТА з переводом на ЧПК є актуальною.

Метою даної роботи є відродження могутності України, як суверенної

високорозвиненої **індустріально-аграрної держави** з сучасним вітчизняним приладобудуванням за рахунок інноваційного прориву і використання міждисциплінарного підходу і НБІКСЕ (нано-біо-інфо-соціо-когно-еко-технологій).

Для досягнення мети виконаний аналіз причинно-наслідкових зв'язків і суттєвих факторів, що вплинули на стан верстатобудування Розроблені рекомендації по модернізації і створенню нового покоління ОТА, по яким на кафедрі конструювання машин отримано патенти України на винаходи №№83859, 86659, 95323, 104512, 116050, 120169, 120959 і корисні моделі №№35910,40861, 79495, 80481,95295, 109195, 115093, 113751, 113767, 114781. 124516 та інші.

Висновок. Верстатобудування, як серцевина машинобудування, вимагає до себе особливої уваги. Це давно зрозуміли в багатьох країнах, де економіка почала розвиватися: в Китаї, Індії, Тайвані, Ірані ще понад 25 років тому верстатобудування практично не було, а сьогодні азіатські верстати конкурують з європейськими по цінам і навіть по якості. В Україні все ще є високий науковий потенціал, достатньо добрих спеціалістів і інженерних кадрів, щоб знову стати візитною карткою, як міцної **індустріально-аграрної держави**, а не сировино-споживчим додатком або колонією. Це наочно доведено спільними досягненнями на міждисциплінарному рівні кафедр електромеханіки і конструювання машин КПП з використанням генетичного підходу і єдиної інформаційної мови [5-7]. Наш основний стратегічний шлях повинен бути обраний під гаслом «Випередити, не наздоганяючи!» за рахунок інноваційного прориву і підготовки інноваційних інженерів з широким кругоглядом.

Л і т е р а т у р а

1. Кузнецов Ю.Н. Эволюционный и генетический синтез технологического оборудования нового поколения // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч. – техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – Вып. 85. - с.149-162.

2. Кузнецов Ю.М. Сучасний стан, перспективи розвитку і виробництва металорізальних верстатів в Україні // Вісті Академії інженерних наук України, №1(41), 2011. – с.2-10.

3. Кузнецов Ю.Н. Вызовы четвертой промышленной революции «Индустрия 4.0» перед учеными Украины // Вестник ХНТУ, Херсон, №2 (61), 2017.- С.67-75.

4. Кузнецов Ю.М. Етапи еволюції творчого мислення з елементами штучного інтелекту на прикладі синтезу цангових патронів //Міжвузівський збірник «Наукові нотатки», Луцьк, 2019, вип.№67. – С.70-81.

5. Кузнецов Ю.Н. Генетико-морфологический принцип создания станков нового поколения // Вісник СевНТУ «Механіка, енергетика, екологія». Вип.110. – Севастополь.: Вид-во СевНТУ, 2010, -с.3-12

6. Kuznietsov Y., Shinkarenko V. The Genetic approach is the key to innovative Synthesis of complicated Technical Systems. Journal of the Technical University at Plovdiv, Bulgaria Fundamental Sciences and Applications /Volume 16, book 2, 2011. P. 15-33.

7. Shynkarenko V., Kuznietsov Y. Genetic programs of complex evolutionary systems (part 1, 2). Технически университет Габрово. Международна научна конференция UNITECH'11. - P.33-52.

ПОЛІПШЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМИ ПРИВОДАМИ

Степанова О.Г. – аспірант, ogstepanova@gmail.com

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена підвищенням ефективності сучасного технологічного обладнання в машинобудуванні [1-5].

Метою роботи є поліпшення характеристик технологічного обладнання з електрогідравлічними приводами.

Відомо електрогідравлічний привід технологічного обладнання, що містить робочий орган, гідромотор з робочим об'ємом, що регулюється, механічну передачу, що сполучає гідромотор з робочим органом, насос та гідроапаратуру. Недоліком відомого електрогідравлічного приводу технологічного обладнання є наявність похибки керування, неможливість завдання оптимальних законів руху робочого органу по керуючій програмі.

В роботі поставлено задачу удосконалення електрогідравлічного приводу технологічного обладнання для можливості завдання оптимальних законів руху по керуючій програмі, підвищення точності регулювання шляхом того, що в електрогідравлічному приводі технологічного обладнання автоматичному гідроприводі розташовано пристрій для автоматичного регулювання робочого об'єму гідромотора та пристрій для автоматичного регулювання частоти обертів двигуна насоса, що приведе до підвищення якості обробки матеріалів на верстатах та технологічному обладнанні [6-11].

На рис. 1 зображений електрогідравлічний привід технологічного обладнання, що містить робочий орган 1, гідромотор 2 з робочим об'ємом, що регулюється, механічну передачу 3, що сполучає гідромотор 2 з робочим органом 1, насос 4 та гідроапаратуру 5. В електрогідравлічному приводі технологічного обладнання розташовано пристрій 6 для автоматичного регулювання робочого

об'єму гідромотора 2 та пристрій 7 для автоматичного регулювання частоти обертів двигуна 8 насоса 4.

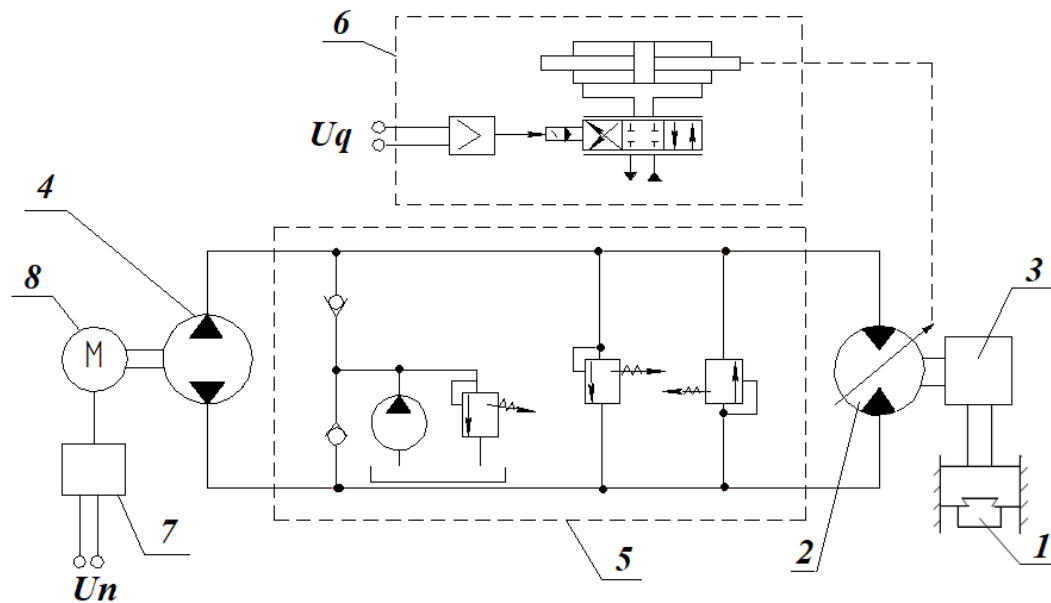


Рис. 1 – Електрогідрравлічний привід технологічного обладнання

Висновок. Таким чином, в роботі досягнуто поліпшення характеристик технологічного обладнання з електрогідрравлічними приводами.

Література

1. Sokolov, V., Porkuian, O., Krol, O., Baturin, Y.: Design Calculation of Electrohydraulic Servo Drive for Technological Equipment. In: Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 75-84. Springer, Cham (2020).
2. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Automatic Control System for Electrohydraulic Drive of Production Equipment. 2018 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2018).
3. Sokolov, V., Krol O., Stepanova, O.: Choice of Correcting Link for Electrohydraulic Servo Drive of Technological Equipment. In: Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 702-710. Springer, Cham (2020).
4. Соколов В.І., Кріль О.С., Єпіфанова О.В. Гідравліка. – Сєвєродонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
5. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O.: Nonlinear simulation of electrohydraulic drive for technological equipment. Journal of Physics: Conference Series 1278, 012003 (2019).
6. Sokolov, V., Krol, O., Stepanova, O., Tsankov, P.: Dynamic characteristics of rotary motion electrohydraulic drive with volume regulation. Comptes rendus de l'Acad'emie bulgare des Sciences 73(5), 691-702 (2020).

7. Sokolov, V., Krol, O., Baturin, Y.: Dynamics Research and Automatic Control of Technological Equipment with Electrohydraulic Drive. 2019 International Russian Automation Conference (RusAutoCon). IEEE (2019).

8. Соколов В.І., Кроль О.С., Єпіфанова О.В. Дифузійні процеси в системах вентиляції. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля. – 2018. – 148 с.

9. Sokolov, V.: Transfer functions for shearing stress in nonstationary fluid friction. In: Proceedings of the 5th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2019). ICIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, vol. 1, pp. 707-715. Springer, Cham (2020).

10. Sokolov, V.: Diffusion of Circular Source in the Channels of Ventilation Systems. In.: Advances in Engineering Research and Application. ICERA 2018. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 63, pp. 278-283. Springer, Cham (2019).

11. Sokolov, V., Krol, O., Romanchenko, O., Kharlamov, Y., Baturin, Y. Mathematical model for dynamic characteristics of automatic electrohydraulic drive for technological equipment. Journal of Physics: Conference Series 1553 012013 (2020).

**Секція: ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ
В ТЕХНІЦІ**

**ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З ЗОВНІШНІМ РОТОРОМ**

Боляк А.В. – студент, pituxpen12@gmail.com

Севлісян В.С. – магістрант, rinkk12@gmail.com

Ставинський А.А. – д.т.н., професор

Миколаївський національний аграрний університет

Одним із шляхів підвищення технічного рівня обладнання кондиціонування і вентиляції повітря є застосування спеціальних асинхронних двигунів з підвищеною конструктивною пристосованістю до механізмів [1], чим і являється асинхронний двигун з зовнішнім ротором (АДЗР), перевагою якого є зниження габаритних розмірів (рис.1) [2,3]. В даному двигуні при використанні в системі вентиляції знижуються механічні втрати і енерговитрати на власну вентиляцію двигуна, який охолоджується потоком повітря, що нагнітається з двоєним робочим колесом вентилятора, закріпленим на фланці ротора [4-6].

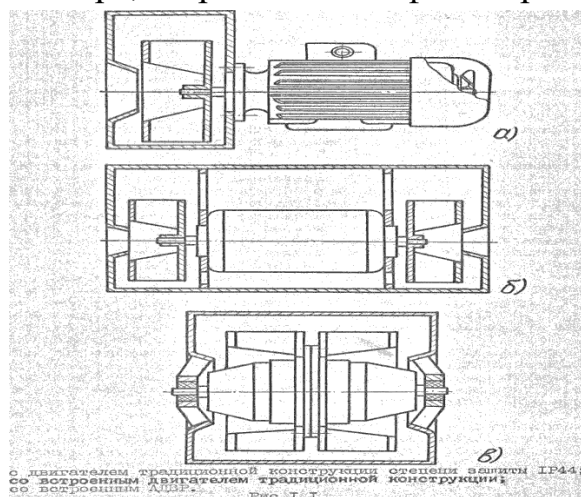


Рис. 1 – Схема вентиляторної установки з вбудованим АДЗР

Недоліком даної конструкції асинхронного двигуна з зовнішнім ротором при застосуванні в механізмах є підвищений момент інерції ротора. А також при коливаннях, поворотах, вібрації механізму, підшипникові вузли і елементи кріплення двигуна обертального руху, відчувають додаткове ” гіроскопічне ”

навантаження [7].

Тому запропоновується схема АДЗР з двухпакетним зонішнім ротором і конічними поверхнями зубців, які охоплюють проміжне кільце.

В основу конструкції покладене відоме технічне рішення малошумного асинхронного двигуна з двухпакетним магнітопроводом, проміжними короткозамикаючими кільцями і зміщення роторних пакетів на половину зубцевого ділення t_z . Зазначене зміщення послаблює зубцеві гармоніки ротора і еквівалентно скосу його пазів на t_{z2} (рис.3) [7,12], однак не викликає осьових віброзбуджуючих сил (ВВС).

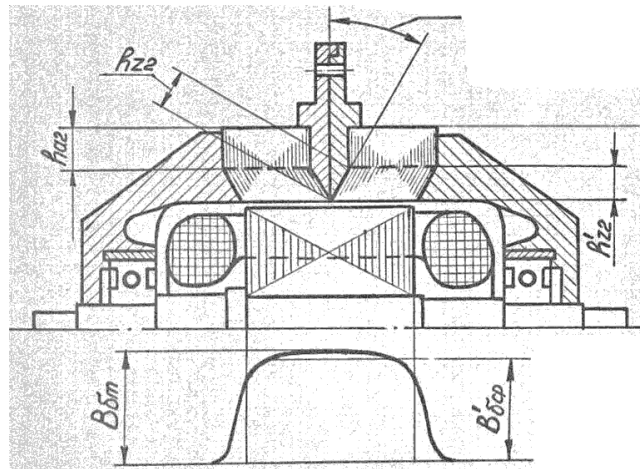


Рис. 2 – Схема АДЗР з двухпакетним ротором і конічними поверхнями зубців, які охоплюють проміжне кільце: α_z - кут напрямку шихтовки зубцевого шару; $B_{\delta cp}$ - середнє значення індукції зазору; $B_{\delta m}$ - крива аксіального розподілу; $h_{\alpha 2}$ - висота ярма; h_{z2} - радіальна висота зубців

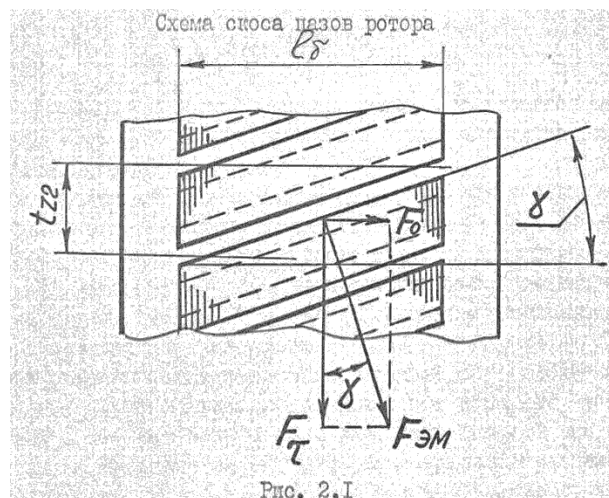


Рис. 3 – Схема скосів пазів ротора: $F_{\text{ЭМ}}$ - електромагнітна сила; F_{τ} - тангенціальна складова електромагнітної сили, яка виконує корисну роботу; γ - кут скосу; F_0 - складний гармонійний склад ВВС

У пазах кожної з частин ротора, для одночасного придушення ВВС викликаних зубцевими гармоніками статора, доцільно виконувати шевронний скіс на зубцевий розподіл статора t_{z1} . У такій конструкції (рис.4) осьові ВВС направлені зустрічно і практично взаємно компенсуються.

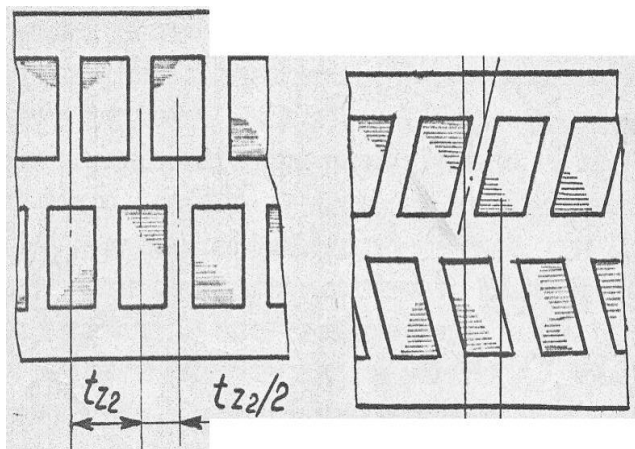


Рис. 4 – Схема двухполюсного ротора с дополнительным скосом пазів в кожному з пакетів

Згідно з експериментальними дослідженнями проміжні короткозаміючі кільця між частинами ротора є ефективним засобом зниження додаткових втрат і температури ротора, а також сприяють поліпшенню енергетичних характеристик за рахунок зменшення ковзання. В результаті вирівнювання струморозподілу в стрижнях роторів з проміжними кільцями менш помітно проявляються дефекти заливання. При цьому роздільне заливання кожного з пакетів підвищує якість короткозамкненої клітки ротора в цілому. Таким чином, при використанні конструкції ротора (рис.4) одночасно досягається послаблення теплового ексцентриситету і осьових ВВС [13], а також нормальних і тангенціальних ВВС, викликаних зубцевими гармоніками статора і ротора.

Застосування двох пакєного ротора може призвести до зниження середнього значення індукції в зазорі (наявність провалу в кривій зоні під проміжним кільцем), що викликає збільшення струмів ротора і статора і збільшує електричні втрати, тобто знижує потужність в одиниці об'єму[4]. Крім того вихід проміжного кільця на поверхні зазору викликає в ньому додаткові втрати від вищих гармонік[12]. Для запобігання цьому ми викорисовуємо метод феромагнітного закриття проміжних кілець, тобто закриття кілець відбувається за рахунок їх охоплення нахилом, наприклад, кіничний нахилом зубців (рис.2).

Висновок. Використання конструкції дозволяє зменшити середні діаметри зубців, ярма, масу ротора АДЗР без погіршення пускових характеристик, так як збільшення активного опору ротора при пуску визначається не зменшеною радіальною висотою зубців h_{z2}' (рис.2), а довжиною шляху проходження потоку в

зубцях (в напрямку шихтовки зубцевого шару під кутом α_z).

Л і т е р а т у р а

1. Аптекарь М.В., Фонбершейн І.М. Суднові вентилятори (Особливості проектування та будови). –Л.: Суднобудування, 1971. –484 с.
2. Бойко Е.П., Гаїнцев Ю.В., Ковальов Ю.М. Асинхронні двигуни загального призначення –М.: Енергія, 1980. –488 с.
3. Шубов І.Г. Шуми та вібрація електричних машин. –Л.: Енергія, 1974. –200 с.
4. Павлов В.А. Гироскопический эффект. Його прояви та використання. – Л.: Суднобудування, 1972, – 285 с.
5. Emb Ventilatoren. Geblase. Motoren.-Klima Kalte Heizung, 1984. 305-306s.
6. Коварский Е.М., Муркес Н.И., Вретик З.П. Загальні закономірності проектування малошумних електричних машин. – М: 1968. –70 с.
7. Деро А.Р., Ермолин Н.П. Асинхронні двигуни с зовнішнім ротором. 1971, – 90с.
8. Вербовий П.Ф., Сянов А.М. Конструкції асинхронних двигунів з зовнішнім ротором. – Київ: 1985, – 200 с.
9. Патент № 73853 Durcheinen Elektromotor angetriebener Schaubenlufte. Schafer W., Sigmaringen L.- опубл.30.06.60.
10. Патент №3458740 (USA). Motor of outer roto type. Kaneko k., Fuyuwara T., Samuta O.- опубл. 29.07.70.
11. Ладика В.В. Макаров В.І. Зовнішній ротор електродвигуна. 1982, – 200с.
12. Геллер В., Гармат В. Вищі гармоніки в асинхронних машинах. –М.: «Енергія», 1981, –352 с.

ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯМ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА

Бурим А.С. – магістрант, rewerxard@gmail.com

Шведчикова І.О. – д.т.н., професор, ishved89@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є визначення функціональних можливостей програмно-апаратного засобу управління електроспоживанням у системі енергоменеджменту локального об'єкта (ЛО) з відновлювальними джерелами енергії (ВДЕ).

В системах енергоменеджменту ЛО з ВДЕ на основі фотоелектричних систем основні функції щодо перерозподілу електроенергії між основними ланками системи (фотоелектрична та акумуляторна батареї, навантаження, розподільча мережа) виконує перетворювальний агрегат (ПА) [1], більшість з яких на сьогодні

є багатофункціональними. У той самий час в існуючих рішеннях ПА зазвичай відсутні функції, які дозволяють більш ефективно експлуатувати обладнання з технічної точки зору та практична реалізація яких може бути забезпечена окремими програмно-апаратними засобами. З огляду на це в Київському національному університеті технологій та дизайну розробляється програмно-апаратний засіб, загальна структура якого показана на рис. 1.

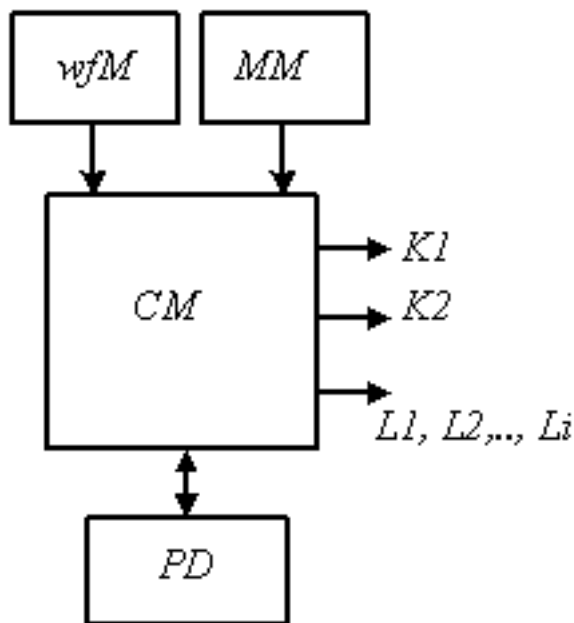


Рис. 1 – Узагальнена структура програмно-апаратного засобу управління електроспоживанням

Структура програмно-апаратного засобу (рис. 1) містить модуль обробки даних метеосайту (*wfM*) з wi-fi підключенням до мережі Інтернет, модулі вимірювання і комутації (*MM*), центральний модуль (*CM*), пульт-дисплей (*PD*), радіо-модем для зв'язку елементів системи. На рис. 1 також показаний блок реле (*K1, K2 ...*) для індивідуального підключення навантаження (*L1, L2, ..., Li*). Програмно-апаратний засіб забезпечує виконання функцій, характерних для децентралізованих систем керування енергією (Distributed Energy Management System, DEMS) [2] та які є корисними для користувачів. Зокрема, забезпечує виконання таких функцій:

- прогнозування сонячної генерації (на найближчу добу) в залежності від погодних умов (інтенсивності світла, хмарності і температури навколишнього середовища). Функція прогнозу погоди, в свою чергу, передбачає можливість імпорту прогнозу метеорологічних даних із зовнішніх джерел, наприклад, з метеосайту [3];

- корекції прогнозу сонячної генерації з певним розрахунковим періодом, наприклад, 30-60 хвилин, коли мінімізується відхилення між даними зовнішнього

прогнозу і фактичними метеорологічними даними;

- прогнозу рекомендованого графіка навантаження з наданням споживачам ЛО рекомендацій щодо вибору режимів роботи обладнання ЛО, за яких забезпечується найбільш висока ефективність функціонування системи;

- керування споживанням електроенергії, передусім, в автономному аварійному режимі роботи фотоелектричної системи, коли група навантаження може бути виключена повністю за допомогою однієї комутаційної команди після надання відповідного попередження.

Висновки. Для розширення функціональних можливостей системи енергоменеджменту ЛО з ВДЕ та для більш ефективної експлуатації обладнання доцільним є використання програмно-апаратних засобів управління електроспоживанням. Програмно-апаратний засіб, що пропонується в роботі, надає змогу користувачам не тільки відслідковувати у режимі реального часу стан роботи обладнання, але й оперативно реагувати та приймати управлінські рішення щодо роботи системи енергоменеджменту ЛО в нормальному та в аварійному режимах роботи в залежності від показника, що характеризує ефективність функціонування системи.

Л і т е р а т у р а

1. Шавьолкін О.О. Перетворювальні агрегати для комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів з поновлювальними джерелами електроенергії. Монографія / О.О. Шавьолкін.– К. : КНУТД, 2019. – 160 с.

2. Денисюк С.П. Формування складових інтелектуальної платформи керування енергетичними системами та мережами / С.П. Денисюк, Р. Стржелецки // Енергетика: економіка, технології, екологія. – 2019. – № 3. – С. 7-22.

3. Photovoltaic geographical information system. [Online]. Available: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#SA.

АНАЛІЗ НАГРІВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРА І СИСТЕМИ ЙОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

Гнатюк А.Є. – студент, footballer2135@gmail.com

Ставинський А.А. – д.т.н., професор

Миколаївський національний аграрний університет

Маслонаповнене обладнання (МНО), до якого відносяться силові трансформатори, автотрансформатори, потужні реактори, трансформатори напруги, трансформатори струму, масляні вимикачі та інші електричні апарати, є

основним обладнанням електричної частини станцій і підстанцій, а також електричного господарства промислових підприємств. Оскільки безперервне постачання споживачам електричної енергії є основним завданням енергетики, необхідно, щоб це обладнання знаходилося постійно в працездатному стані.

Фундаментальні дослідження показали, що контроль і збереження якості масла є найважливішими заходами для забезпечення надійної роботи масляних трансформаторів.

Встановлено, що електрична міцність паперової ізоляції, яка в сучасних масляних трансформаторах грає основну роль, не знижується до тих пір, поки зберігається її механічна міцність. При роботі трансформатора паперова ізоляція поступово зношується, старіє. Час, протягом якого ізоляція зношується настільки, що стає непридатною до подальшої роботи (настає граничний стан), залежить від температури її нагрівання.

Для трансформаторів вітчизняного виробництва прийнята така допустима температура нагріву ізоляції, при якій забезпечується термін служби трансформаторів 20-25 років.

Застосування трансформаторного масла в якості теплопередаючої середовища виключно ефективно. За досвідченим даними тепловіддача від одиниці поверхні при масляному охолодженні в 6...8 разів більше, ніж при віддачі тепла безпосередньо повітрю.

Трансформатор і його система охолодження повинні працювати так, щоб температура його частин не перевищувала допустимих меж.

Старіння ізоляційного матеріалу, що виражається в зменшенні його електричної і механічної міцності, відбувається тим інтенсивніше, чим вище його температура.

Застосовують комбіновану систему охолодження, що складається з системи масляного охолодження з дуттям і примусової циркуляцією масла через повітряні охолоджувачі.

Приводи масляних насосів, вбудованих в мастилопроводи, створюють безперервну примусову циркуляцію масла через охолоджувачі. Завдяки високій швидкості циркуляції масла, великій поверхні охолодження і інтенсивному дуттю охолоджувачі мають велику тепловіддачу і компактність.

Робота приводу масляного насоса і вентилятора здійснюється по жорсткій програмі. Температурна інформація знімається з поверхні трансформатора в трьох точках. Для забезпечення мінімальних втрат як в силовій частині трансформатора, так і в системі охолодження доцільно забезпечити необхідний рівень охолодження за рахунок зміни швидкості руху масла і повітряного потоку.

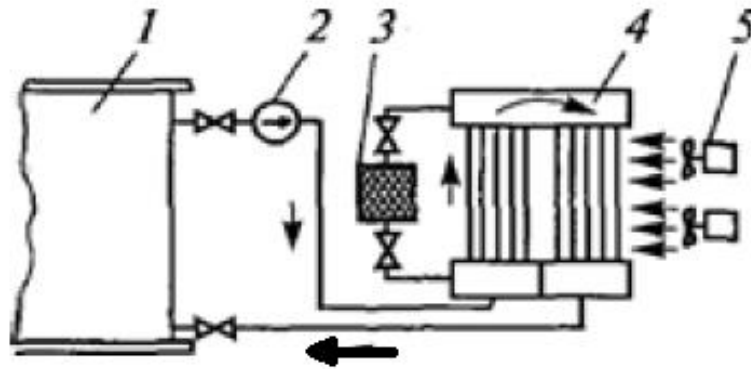


Рис. 1 – Схема масляного охолодження з дуттям і примусової циркуляцією – масла через повітряні охолоджувачі: 1 - бак трансформатора; 2 - масляний електронасос; 3 - адсорбційний фільтр; 4 - охолоджувач; 5 - вентилятор обдування

Висновок. 1. У статті розглянуто взаємозв'язок ступеня зносу ізоляції трансформаторів з тепловими процесами.

2. Показано, що збільшення коефіцієнта тепловіддачі є одним з важливих параметрів підвищення надійності, змінивши який, можна впливати на інтенсивність ізовних відмов обмоток трансформатора.

3. Описана система групового керування електроприводом забезпечує ефективну експлуатацію системи охолодження трансформатора.

Л і т е р а т у р а

1. Липштейн Р.А. и Шахнович М.И. Трансформаторное масло. – М.: Энергия, 1968.
2. Голунов А. М. Охлаждающие устройства масляных трансформаторов. М.: Энергия, 1964. С. 139-145.
3. Усынин Ю.С., Григорьев М.А., Виноградов К.М. Электроприводы и генераторы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Электричество. 2007. №3. С. 21-26.

COMPARATIVE ANALYSIS OF MATERIAL CONSUMPTION OF PLANAR AND SPATIAL ELECTROMAGNETIC SYSTEMS

Gnatyuk A. – student, footballer2135@gmail.com

Sadovoy A. – PhD., senior lecturer, alekseysadovoy22@gmail.com

Mykolaiv National Agrarian University

Substantiation of achieving the technical effect of reducing the mass and material consumption of three-phase transformer of small and medium power based on the use

of symmetrical twisted spatial magnetic conductors with parallel walls of winding windows is possible by comparative analysis of classical flat transformer with parallel walls of winding windows and the configuration of the winding coil of the active part with a hexagonal inner contour of the yoke and the diameter of the winding wire $d_{el} < 0,85$ mm and $d_{el} > 0,85$ mm, in compliance with the principle of electromagnetic equivalence [1-3]. The specified comparative analysis is performed on the basis of comparison of volumes of magnetic conductors and average lengths of turns of windings.

From table 1 it follows that the volume of electrical steel transformer with twisted spatial magnetic circuit in the real range of the coefficient of change $\lambda_0 = 1 \dots 5$ on 25... 40% less than the volume of steel of the planar transformer.

Table 1 – Dependences of volumes of magnetic conductors electromagnetically equivalent planar and spatial transformers from the coefficients geometry of the winding window and the rod

λ_0	$V_{пл} \cdot 10^6, m^3$			$V_{пр} \cdot 10^6, m^3$		
	$\lambda_c=1,0$	$\lambda_c=1,5$	$\lambda_c=2,0$	$\lambda_{cc}=1,0$	$\lambda_{cc}=1,5$	$\lambda_{cc}=2,0$
0,5	836,83	789,33	761,02	414,37	431,17	445,33
1,0	779,00	731,51	703,19	426,36	443,15	457,31
1,5	774,56	727,06	698,75	452,84	469,64	483,79
2,0	784,28	736,79	708,47	481,00	497,79	511,95
2,5	799,31	751,81	723,50	508,61	525,40	539,56
3,0	816,57	769,07	740,76	535,16	551,95	566,11
3,5	834,78	787,28	758,97	560,58	577,38	591,53
4,0	853,31	805,82	777,50	584,94	601,73	615,89
4,5	871,86	824,36	796,05	608,30	625,09	639,25
5	890,25	842,75	814,44	630,77	647,56	661,72

We can conclude that at different values of the coefficient $\lambda_0 = 2,5 \dots 5$ the average length of the coil of the transformer of the classical flat design l_{WK} on 3 ... 6% more than the average lengths of turns l'_W and l''_W coils of the spatial transformer.

Estimated dependences of the change in the average length of the turn for the above transformer power 1 KVA are presented in tables 2 and 3 for two configurations of winding coils.

Table 2 – Dependences of average coil lengths for electromagnetically equivalent planar and spatial transformers

λ_o	$l_{WK} \cdot 10^2, \text{ m}$			$l'_W \cdot 10^2, \text{ m}$		
	$\lambda_c=1,0$	$\lambda_c=1,5$	$\lambda_c=2,0$	$\lambda_{cc}=1,0$	$\lambda_{cc}=1,5$	$\lambda_{cc}=2,0$
1,0	25,80	26,09	26,65	23,88	24,11	24,63
1,5	24,06	24,35	24,91	22,144	22,37	22,89
2,0	23,02	23,31	23,87	21,11	21,33	21,85
2,5	22,31	22,60	23,17	20,40	20,62	21,14
3,0	21,79	22,08	22,64	19,88	20,10	20,62
3,5	21,38	21,67	22,24	19,47	19,69	20,21
4,0	21,06	21,35	21,91	19,14	19,36	19,88
4,5	20,79	21,08	21,64	18,87	19,09	19,61
5	20,56	20,85	21,41	18,64	18,86	19,383

Table 3 – Dependences of average coil lengths for electromagnetically equivalent planar and spatial transformers

λ_o	$l_{WK} \cdot 10^2, \text{ m}$			$l''_W \cdot 10^2, \text{ m}$		
	$\lambda_c=1,0$	$\lambda_c=1,5$	$\lambda_c=2,0$	$\lambda_{cc}=1,0$	$\lambda_{cc}=1,5$	$\lambda_{cc}=2,0$
1,0	25,80	26,09	26,65	23,88	24,11	24,63
1,5	24,06	24,35	24,91	22,14	22,37	22,89
2,0	23,02	23,31	23,87	21,12	21,33	21,85
2,5	22,31	22,60	23,17	20,40	20,62	21,14
3,0	21,80	22,08	22,64	19,88	20,10	20,62
3,5	21,38	21,76	22,24	19,47	19,69	20,21
4,0	21,06	21,35	21,91	19,14	19,36	19,88
4,5	20,79	21,08	21,64	18,87	10,09	19,61
5	20,56	20,85	21,41	18,64	18,86	19,38

Thus, the configuration of the active part of the transformer with a twisted spatial magnetic circuit in addition to reducing the cost of steel provides a reduction in the cost of copper, ie satisfies modern requirements for resource conservation.

Conclusions

At different values of the coefficient 2.5... 5, the average coil length of the transformer coil of the classical flat design is 3 ... 6% longer than the average coil lengths and coils of the spatial transformer.

The configuration of the active part of the transformer with a twisted spatial magnetic circuit in addition to reducing the cost of steel provides a reduction in the cost of copper, which meets modern requirements for resource conservation.

Literature

1. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 928 с.
2. Яцун М.А. Електричні машини: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Державного університету “Львівська політехніка”, 1999. – 427 с.
3. Паластин Л.М. Электрические машины автономных источников питания. – М.: Энергия, 1972. – 464 с.

АНАЛІЗ МЕТОДУ РОЗРЯДНО – ІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ ОПРІСНЕНОЇ ВОДИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ ПРИРОДНИХ ГРОЗОВИХ ПРОЦЕСІВ

Гордієнко О.М. – студент, sashagordienko8@gmail.com

Башмаков І.О. – студент, stalker2282282@gmail.com

Кошкін Д.Л. – к.т.н., доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Незадовільний мінеральний склад води на виході опріснювальних установок та зростаючі вимоги до якості питної води обумовлюють значну потребу в локальних системах мінералізації середньої та великої продуктивності (1...100 м³/год), які були б ефективні, прості в експлуатації і не створювали б вторинного забруднення води, викликаного додаванням хімічних реагентів.

Серед екологічно чистих технологій водопідготовки широкого поширення набула розрядно-імпульсна обробка. В електричному розряді можливе утворення хімічно-активних частинок з високою реакційною здатністю, таких, як гідроксидний радикал (ОН) і атомарний кисень (О). Ці частинки мають малий час життя і можуть бути ефективно використані тільки при безпосередньому контакті плазми електричного розряду й оброблюваної води. Висока швидкість реакцій активних частинок з розчиненими у воді домішками дозволяє спростити конструкцію систем обробки води і розширити діапазон забруднень, що видаляються. З'являється можливість утворення корисних мінеральних сполук, розчинених у воді, необхідного хімічного складу.

Аналізуючи застосування імпульсного бар'єрного розряду в двофазному водоповітряному потоці для мінералізації опрісненої води. Незважаючи на багаторічний науковий інтерес до електричних розрядів в різних середовищах, природа активації фізико-хімічних процесів електричним розрядом в водоповітряному потоці, в літературі практично не відображена. Відсутність необхідних матеріалів не дозволяє цілеспрямовано удосконалювати

електророзрядні технології в напрямку підвищення ефективності водо підготовки, зокрема мінералізації питної води.

Імпульсний бар'єрний розряд у водно-повітряному середовищі запалюється у повітрі і горить поблизу поверхні крапель води. Це обумовлює, з одного боку, порівняно низьку робочу напругу і, з іншого боку, високу ефективність впливу продуктів розряду на оброблювану воду. Основу механізму очищення води розрядом в водно-повітряному потоці складають реакції домішок з короткоживучими активними частками (радикалами ОН і атомарним киснем), виробленими безпосередньо в робочій зоні реактора.

Початковий етап досліджень електророзрядної обробки води був пов'язаний із застосуванням іскрового розряду у воді, основним недоліком якого є локальний характер енерговиділення. Енергія джерела живлення вкладається у формування плазмового каналу, тоді як велика частина води, що знаходиться в міжелектродному проміжку, залишається необробленою. Утворені ударні хвилі знижують ресурс роботи елементів розрядної камери.

Більш перспективним є використання розрядів з малою густиною струму. Енергія в таких розрядах переважно вкладається в збудження і дисоціацію молекул середовища і основний вплив на процеси мінералізації чинять хімічно активні частинки: радикали та іони (О, О-, Н, ОН, НО₂ та ін.) Відносно високою ефективністю відрізняються установки на основі стримерного коронного розряду в газі (повітрі або кисні) над поверхнею води. При цьому контакт плазми розряду і оброблюваної води здійснюється по поверхні рідини, що використовується як один з електродів.[8]

Ефективність обробки води за допомогою електричного розряду може бути підвищена шляхом забезпечення контакту оброблюваної води і плазми розряду не тільки на поверхні електродів, але і у всьому об'ємі міжелектродного проміжку. Це досягається диспергуванням води в повітрі на краплі, які піддаються впливу розряду. Технологія, використовувана в розрядно-імпульсній установці мінералізації, відтворює процеси, що відбуваються в природі під час грозової діяльності. При цьому електророзрядних процеси, як природний, так і відтворений в комплексі, відбуваються не у воді, а в газовій фазі і на поверхні крапель. Таким чином зберігаються природні властивості води.

Для збудження розряду розроблено магнітотирсторний генератор імпульсів, на виході якого формуються імпульси напруги тривалістю $t_{II} = 300...2500$ нс і часом наростання та спаду $t_{\phi} = 120..350$ нс. Генератор дозволяє регулювати амплітуду напруги в діапазоні від 5 до 30 кВ. Максимальна енергія імпульсу становить $W = 0,5$ Дж. Частота проходження імпульсів регулюється в діапазоні $f = 50...1100$ с⁻¹.

Відомо, що під час диспергування води формуються краплі переважно сферичної форми. При проходженні через систему електродів і мінеральну сировину між ними характер потоку істотно змінюється. Краплі потрапляють в міжелектродний проміжок, деформуються і дробляться в результаті зіткнення з електродами, а також стікають по електродах і через мінеральну сировину у вигляді тонких плівок.

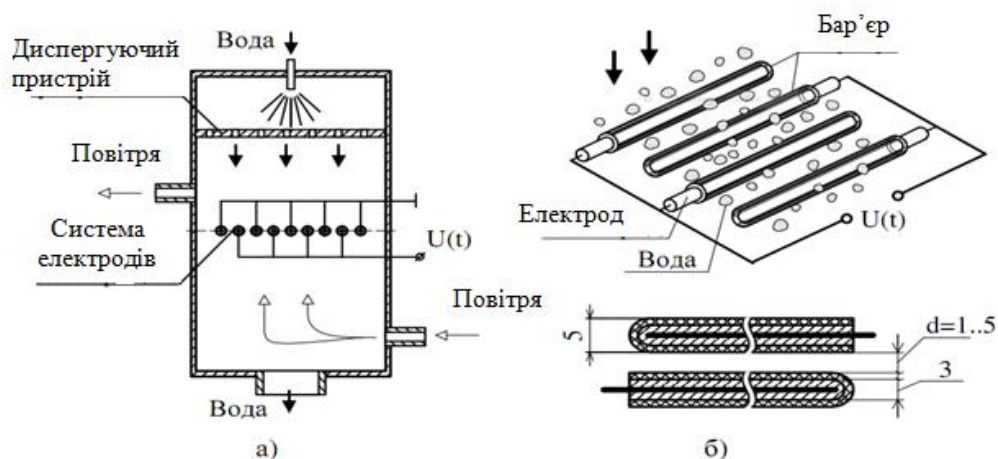


Рис. 1 – Реактор (а) і система електродів електророзрядної обробки води (б)

В повітрі і при малих швидкостях потоку води значення U_0 для однополярних і двополярних імпульсів напруги розрізняються на 30...45% (рис. 1). Відомо, що напруга запалювання газового бар'єрного розряду в частотному режимі залежить від знака зарядів, накопичених на поверхні діелектричних бар'єрів у попередньому періоді напруги живлення. У водно-повітряному потоці поверхневі заряди втрачаються в наслідок витоків через омичний опір крапель води під час паузи напруги, і вплив форми імпульсів на U_0 практично зникає.

Імпульсний бар'єрний розряд у водно-повітряному потоці розвивається у вигляді великої кількості низькоінтенсивних каналів (мікророзрядів), щільність яких по довжині проміжку становить $3...5\text{см}^{-1}$. Відомо, що положення розрядних каналів, що знаходяться між краплями, води впливає на ефективність обробки. Локалізація розряду в міжелектродному проміжку вивчалася шляхом розрахунків електричного поля в робочій зоні реактора. Розрахунок електричного поля виконаний за допомогою двовимірного числового моделювання методом скінченних елементів.

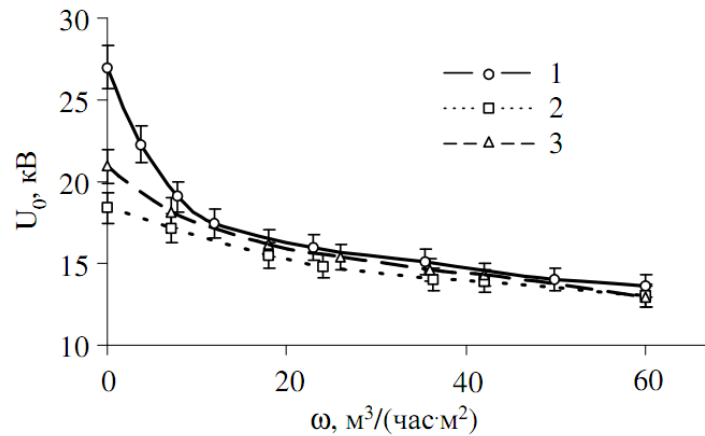
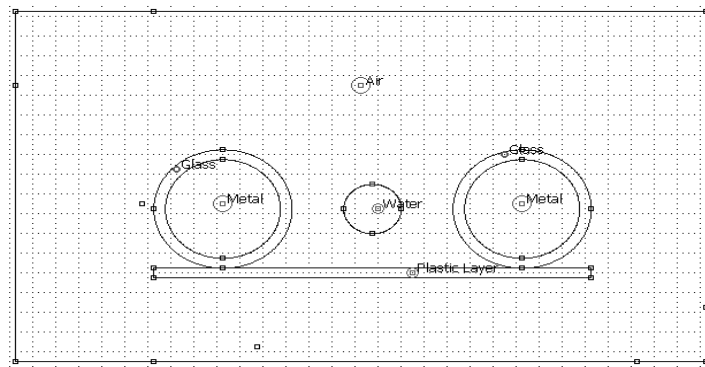


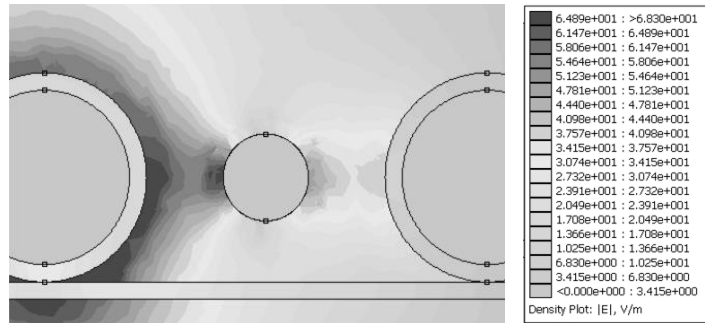
Рис. 2 – Залежність напруги запалювання розряду від середньої швидкості потоку води для трапецеїдальних (1) і коливальних (2) імпульсів з частотою проходження $f = 500 \text{ С}^{-1}$, і одиночних трапецеїдальних імпульсів (3)

Висока відносна діелектрична проникність води викликає зростання напруженості електричного поля в повітрі поблизу крапель (рис. 3), що створює сприятливі умови для запалювання розряду в цій області простору. Результати числового моделювання свідчать про те, що найбільша напруженість електричного поля спостерігається поблизу поверхні крапель води (рис. 3.8б). При цьому ймовірність процесів за участю короткоживучих частинок істотно підвищується.

Результати чисельного моделювання свідчать про те, що при замиканні міжелектродного проміжку водою напруженість електричного поля в об'ємі і на поверхні «перемички» знижується до значень менше 1,5 кВ/см, що нижче напруженості запалювання розряду. Для того, щоб уникнути замикань розрядного проміжку водою необхідно забезпечити межелектродну відстань не менше 2 мм, при цьому середній діаметр крапель не повинен перевищувати міжелектродної відстані ($D_k/d < 1$). Напруга запалювання бар'єрного розряду в водно-повітряному середовищі нижче, ніж у повітрі, що викликано спотвореннями електричного поля в міжелектродному проміжку поблизу крапель води. Спотворення електричного поля повинно призводити до запалювання розряду переважно поблизу і на поверхні крапель води, що знаходяться в міжелектродному проміжку. Це має позитивно впливати на процес мінералізації за рахунок підвищення ефективності впливу на воду короткоживучих активних частинок. Утворення водяних містків між електродами призводить до зменшення напруженості поля в області перемикання і буде мати наслідком загасання розряду.

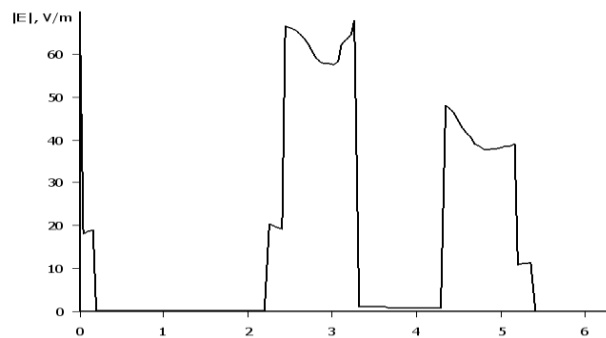


а)

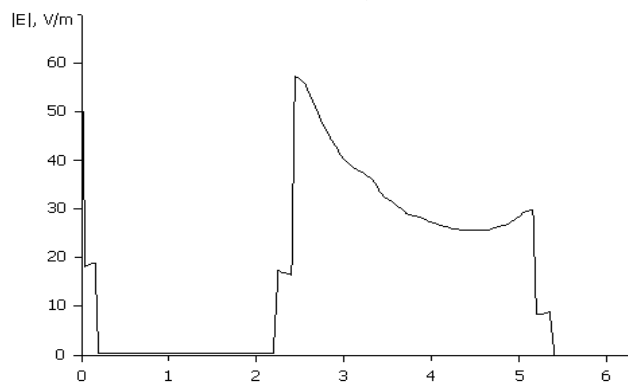


б)

Рис. 3 – Розрахункова область (а) та розподіл напруженості електричного поля в міжелектродному проміжку з краплею води між двома різнопотенціальними ізольованими електродами (б)



а)



б)

Рис. 4 – Розподіл напруженості електричного поля між електродами установки бар'єрного розряду за умов, коли крапля води знаходиться між електродами (а) і коли крапля води відсутня (б)

Висновки. Отримані результати дозволяють вибрати оптимальні технологічні параметри обробки води імпульсним бар'єрним розрядом в водно-повітряному потоці.

Л і т е р а т у р а

1. Р.Титко, В.Калініченко. Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава – Краків – Полтава: «OWG», 2010 р. – 533 с.

2. Иванчев С. С., Мякин С. В. Полимерные мембраны для топливных элементов: получение, структура, модифицирование, свойства // Успехи химии. – 2010. – 79, No. 2. – С. 117 – 133.

3. Синяк Ю.В. Перспективы применения водорода в системах децентрализованного электро- и теплоснабжения. Рос. хим. журн.–2008.–№ 3.–С. 41–48.

КОМБІНОВАНІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ АКУМУЛЯТОРНОЇ ЕЛЕКТРОКАРИ

Григор'єв М.І. – магістрант, aqua2106@gmail.com

Бомк О.О. – студент, cssbusted@gmail.com

Потриваєва Н.В. – д.е.н., професор

Миколаївський національний аграрний університет

Актуальність дослідження. Надійність роботи електроустаткування електрокар, як і раніше, залишається вкрай низькою. Термін служби тягових двигунів, контролерів та акумуляторних батарей не надто великий. Крім того, 40-50% електроенергії, яка споживається електрокарами, “втрачається” у пускорегулюючих реостатах. На позапланові ремонти та заміни електрообладнання електрокар щорічно витрачається частина прибутку господарства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Досягнення сучасної напівпровідникової техніки - масове виробництво тиристорів, біполярних транзисторів з ізольованим затвором (Insulated Gate Bipolar Transistor) (IGBT), спецконденсаторів і іншої елементної бази - розкривають додатково широкі можливості в створенні надійних енергозберігаючих систем електроприводу (ЕП) з імпульсними перетворювачами (ПП) для акумуляторних електрокар. Однак, механічна заміна контакторів і тиристорів новими напівпровідниковими елементами приводить до створення дорогих і малоефективних пристроїв, які споживають непродуктивно багато електроенергії.

Постановка завдання. Проблема постає уже не тільки і не стільки в

необхідності розробки нових схемотехнічних рішень, а в необхідності наукового обґрунтування і отримання на цій основі нових підходів до стратегії та тактики оптимізації схемотехнічних рішень, параметрів їх складових, згідно з жорсткими критеріями електроенергетичної ефективності, масооб'ємних показників і мінімальних матеріальних витрат на їх впровадження.

Метою даної статі є удосконалення енергозберігаючого електроприводу акумуляторної електрокари з компактним енергозберігаючим імпульсним перетворювачем, розглянути електромагнітні та електроенергетичні процеси в електроприводі акумуляторних електрокар з імпульсними системами регулювання напруги живлення тягових двигунів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідити методи багатокритеріального аналізу та синтезу імпульсних перетворювачів, узагальнивши їх;
- встановити залежність втрат електроенергії в елементах імпульсних перетворювачів від режимів роботи електроприводу;
- розробити нові схемотехнічні рішення імпульсних перетворювачів для акумуляторних електрокар з існуючим типом двигунів постійного струму послідовного збудження;

Виконання цих завдань дасть змогу покращити основні показники електрокари а саме:

- енергетичний (мінімум втрат електроенергії);
- надійності (мінімум оперативної контакторної апаратури, складних напівпровідникових приладів і інших комплектуючих, мінімум пульсацій струму);
- вартісний (мінімум капітальних витрат і експлуатаційних витрат);
- масооб'ємний (компактність імпульсного перетворювача й іншого електроустаткування).

Сполучення тиристорів і IGBT забезпечує низькі капітальні витрати на виготовлення ІП у порівнянні зі схемами, реалізованими цілком на IGBT, при однаково високих частотах широтно - імпульсної модуляції (ШІМ), а також зниження втрат електроенергії, зменшення маси і об'єму ІП, підвищення надійності.

Проаналізувавши квазіперехідні електромагнітні процеси у силовому ланцюзі ЕП з ІП із ШІМ напруги акумуляторної електрокари, можемо встановити залежність пульсацій струму тягового двигуна від його параметрів і частоти ШІМ:

$$K_i = \frac{\Delta i = i_{\max} - i_{\min}}{2I_M} = \frac{E}{2RI_M} \times \frac{1 - \exp(-\frac{q}{f\tau}) - \exp(\frac{q-1}{f\tau}) + \exp(-\frac{1}{f\tau})}{1 - \exp(-\frac{1}{f\tau})}, \quad (1)$$

де K_i – коефіцієнт пульсації струму двигуна;

i_{\max}, i_{\min} – відповідно максимальне і мінімальне миттєві значення струму двигуна;

I_M – середнє значення струму двигуна;

R, L – сумарні активні опори і лінеаризована індуктивність двигуна;

$\tau = \frac{L}{R}$ - електромагнітна постійна часу двигуна;

E – е.р.с. акумуляторної батареї;

f – частота ШІМ напруги.

Оскільки для тягових двигунів акумуляторних електрокар при $f \geq 400$ Гц, показники степеня експонент у рівнянні (1) менше 0,1, припустиме наближення з абсолютною похибкою $3 \cdot 10^{-3}$:

$$K_i = \frac{q(1-q)}{q_0(2.733f\tau - 1)}, \quad (2)$$

де $q_0 = \frac{RI_{M\max}}{E_G}$ - відношення періоду повторення імпульсів при русінні електрокари ($n = 0$, проти е.р.с. = 0).

З рівняння (2) випливає:

$$f = 0.366 \frac{q_0 k_i + q(1-q)}{q_0 k_i \tau}, \quad (3)$$

яке має мінімум

$$f_{\min} \approx \frac{1}{10q_0 k_i \tau}, \quad (4)$$

при $q_m = 0,5$.

З аналізу (4) випливає, що при загальноприйнятому у відомих схемах ІІI однозонному регулюванні напруги на тягових двигунах від $q_0 E$ до E частота f_{\min} , для забезпечення одного і того ж коефіцієнта пульсації струму, повинна бути вдвічі більша, ніж при двоступеневому регулюванні напруги – у першій зоні від $\frac{q_0 E}{2}$ до $\frac{E}{2}$, у другій зоні від $\frac{E}{2}$ до E .

Таким чином, одержана пропозиція дає зниження комутаційних втрат у ІІI вдвічі у порівнянні з відомими схемами за інших рівних умов.

Проаналізувавши це можна запропонувати базову структуру тягового електроприводу (ТЕП) для акумуляторної електрокари, якою є схема з імпульсним перетворювачем, що плавно перемикає тягові двигуни паралельно-послідовно із ШІМ напруги на них при двоступеневому регулюванні в тяговому режимі і з перехресним взаємозбудженням у гальмовому режимі.

Висновки. В умовах тенденції підвищення цін на електроенергію запропоновані варіанти подальшого розвитку методів оптимізації структур і параметрів ТЕП з ІІI, що відкриває можливість створення системи управління (СУ) акумуляторними електрокарами з очікуваними енергозберігаючими показниками.

Література

1. Синчук О.Н., Удовенко О.А. Синтез структури тягового електропривода с импульсным преобразователем для рудничного аккумуляторного электровоза. // Праці інституту електродинаміки НАН України.-К.-2003.-№3(6).-С.59-63.
2. Удовенко О. О. Енергозберігаюча система тягового електроприводу рудникового акумуляторного електровозу Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.09.03/ Криворізькому технічному університеті м. Кривий Ріг.
3. Сінчук О.М., Удовенко О.О., Сушко Д.Л., Чернишов А.О. До питання про пульсації струму двигуна в тяговому електроприводі з двозонним чопером // Вісник Національного технічного університету "ХПІ".-Харків: НТУ "ХПІ".-2003.-Вип.10.-Т.1.-С.199-202.

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ПРОБЛЕМ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Єребакан І.І. – студент, erebakanv300@gmail.com

Старцев М.О. – студент, startsev@gmail.com

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, oleg.gbr@ukr.net

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена проблемами щодо підвищення експлуатаційної надійності електрообладнання та систем електропостачання, рішення яких дозволить зменшити економічні витрати та забезпечити безвідмовну та ефективну роботу електроспоживачів у всіх галузях.

Метою роботи є проведення аналізу сучасних напрямків та шляхів досліджень підвищення імовірності безвідмовної роботи електричних систем.

Мережі електропостачання промислових підприємств є складовою частиною електроенергетичних систем. Для систем електропостачання характерні ті ж особливості, що і для електроенергетичних систем. Як і для електроенергетичних систем, їм необхідна безвідмовність, яка визначає ефективність їх функціонування. З урахуванням визначення параметрів безвідмовності може бути виконана оцінка техніко-економічних показників системи електропостачання [1]. Належна ефективність функціонування систем електропостачання досягається введенням необхідних резервів потужностей джерел живлення і збільшення безвідмовності електрообладнання, тобто підвищенням показників якості обладнання, ліквідацією на стадії проектування джерел ймовірних аварій, здатних привести до його відмов і тривалих простоїв технологічного комплексу [2].

Важливим способом підвищення стабільності і безперебійності електропостачання електроприймачів є прогнозування відмов енергетичного обладнання під час його експлуатації. Ефективність функціонування системи електропостачання залежить від безвідмовності окремого його елемента [3]. при підтримці в період роботи безвідмовності елементів на необхідному технічному рівні високий рівень безвідмовності матиме і сама система. Причинами виникнення відмов служать внутрішні і зовнішні фактори. Наслідками відмов будуть економічні втрати, викликані відновленням пошкодженого обладнання і порушенням технологічного процесу. Ефективність функціонування системи електропостачання буде мати максимальний рівень при менших втратах.

В роботі [2] приведено розрахунок надійності систем електропостачання з відновленням і виконаний аналіз експлуатаційних даних за показниками надійності. При розгляді концепції монотонних структур з урахуванням їх імовірнісного аналізу автори [3] аналізують розподіли по зростаючій і зменшеній інтенсивності відмов. Це дозволяє визначати резервування і періодичність профілактичних робіт. Деякі положення експлуатаційної надійності систем представлені в [1], де виконаний розрахунок основних показників надійності систем енергопостачання. В роботі [2] дається оцінка стабільності роботи системи електропостачання та її елементів, а також проводиться розрахунок надійності на основі структурного аналізу. Крім того, також наведені практичні аспекти теорії надійності, теорії експертного аналізу і оптимального пошуку.

Одним з головних показників надійності електрообладнання для оцінювання стану може виступати відношення часу роботи до суми безпосереднього часу роботи і аварійних простоїв. Цей показник визначає закладену здатність обладнання досягати безперервності в роботі при стабільному характері використання і експлуатації і має назву коефіцієнта готовності. Автор [2] при розрахунках надійності враховує виключно кількість аварій електроустаткування в рік, не враховуючи при цьому його напрацювання на відмову і час відновлення. Таким чином, подібна методика не дає повного аналізу функціонування електрообладнання. Надійність електроустаткування - це комплексна властивість, залежна від великої кількості факторів. Для виконання аналізу необхідно знати закони розподілу напрацювань на відмову і залежності часу відновлення устаткування і відмови [3].

З підвищенням якості систем електропостачання були введені параметри частоти $\alpha(t)$ і інтенсивності $\lambda(t)$ відмов, в той же час частота відмов обладнання в більшій мірі визначається умовами експлуатації.

Для проведення досліджень з питань надійності доцільно використовувати математичне модулювання, де у ролі ефективності роботи систем електропостачання можуть виступати напрацювання на відмову і середній час

відновлення, що дає можливість визначати безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність обладнання [2]. Проте, в представленій моделі відсутній комплексний параметр надійності, що в ряді випадків буде її недоліком. В якості комплексного показника пропонується використовувати імовірності роботи і відновлення устаткування при відмовах [2].

Крім того, слід враховувати, що експлуатація електрообладнання призводить до поступового його зносу і внаслідок цього до необхідності його періодичного ремонту. Для розробки ефективних систем профілактичних заходів, контролю, випробувань, діагностики, поточних і капітальних ремонтів потрібно чітко визначення причин відмов електрообладнання [2]. Для того щоб забезпечити необхідний рівень безвідмовності систем, в роботі [3] автори вводять в розрахунки час профілактичних ремонтів. Скорочення тривалості періоду ремонту збільшує час безвідмовного функціонування обладнання, приводячи до збільшення ймовірності роботи обладнання при подальшій експлуатації.

Проте, як і будь-який, спосіб збільшення безвідмовності роботи обладнання, вимагає додаткових капітальних витрат. Організація по зниженню рівня процесів старіння систем і досягнення їх безвідмовності вимагають зміни існуючих методик і способів, а також розробки абсолютно нового підходу - застосування моделей і методик системного аналізу, процедур вибору заходів для ефективного планування технічного обслуговування, визначення несправностей і дефектів, планової організації ремонтів. Завдання визначення оптимальних параметрів періодичності ремонтних робіт, напрацювання на відмову, визначення технічного стану обладнання доцільно вирішувати на одній методичній основі з завданнями діагностування. Це дає можливість робити розподіл усіх прогнозованих відмов елементів і апаратів систем електропостачання [3]. На основі статичних даних визначаються функції розподілу відмов елементів. Запропонована модель дає можливість визначати з імовірністю 95% число відмов в конкретний місяць, сезон або протягом року. Для прогнозування відмов, розрахунку параметрів електроспоживання та ремонту застосовується нормальний закон розподілу, що дає можливість враховувати зміни умов при введенні нових елементів системи [3]. Розподіл електрообладнання по потужності дозволяє здійснювати розподіл за кількістю відмов. Даний метод прогнозування відмов також базується на обробці статистичної інформації. Його недоліком є залежність точності прогнозів і оцінок від повноти статистичного матеріалу.

Висновок. Проведений аналіз свідчить о актуальності проблеми підвищення надійності енергопостачання для ефективної та надійної роботи електрообладнання. Найбільш перспективними є методи математичного моделювання із застосуванням методики системного аналізу, процедур вибору заходів для ефективного планування технічного обслуговування, визначення

несправностей і дефектів, планової організації ремонтів у зв'язку з економічними показниками.

Л і т е р а т у р а

1. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов: научное издание/ Б.А. Алексеев. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 216 с.: ил. – (Основное электрооборудование в энергосистемах: обзор отечественного и зарубежного опыта).

2. Алексенко Г. В. Испытание мощных трансформаторов и реакторов/ Ашрятов А.К, Веремей Е.А., Фрид Е. С. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1978. – 520 с, ил. – (Трансформаторы; Вып. 32).

3. Беркович, Я. Д. О диагностике энергетического оборудования Текст. / Я. Д. Беркович // Электрические станции. 1989. – № 6. С. 16-20.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПІДСТАНЦІЇ 110/35/10 КВ

Мелконова І.В. – магістрант, inna.mia.lg@gmail.com
Шведчикова І.О. – д.т.н., професор, ishved89@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Актуальність дослідження полягає у підвищенні надійності електропостачання шляхом оновлення трансформаторів, комутаційної апаратури та засобів РЗА.

Метою роботи є підвищення надійності системи електропостачання промислового району шляхом заміни застарілого обладнання та автоматики.

Система електропостачання промислових районів є складовою частиною системи електропостачання регіону, яка є сукупністю електричних мереж і трансформаторних підстанцій, що розташовані на території регіону і призначені для електропостачання промислових споживачів.

Живлення промислових споживачів, зокрема великих машинобудівних підприємств, здійснюється за допомогою підстанцій напругою 110/35/6 кВ.

Промислове навантаження відноситься до споживачів I-ої категорії з електропостачання, в зв'язку з цим на підстанції необхідно встановити два трансформатора і забезпечити їх живленням від двох незалежних ліній енергосистеми. Частина навантаження підстанції йде на живлення споживачів 2 та 3 категорії (невеличкі промислові підприємства та міська інфраструктура).

Підвищена увага приділяється якості електроенергії, що пояснюється головним чином значними економічними та екологічними збитками, що виникають при зниженому якості електроенергії або повну його відсутність.

Обладнання підстанцій на 110 кВ і 35 кВ є в експлуатації на протязі 40 років тому воно морально і фізично застаріло, встановлені роз'єднувачі і розрядники з порцелянової ізоляцією, пошкодження яких відбувається в процесі експлуатації через руйнування армування в період весна - осінь при великих перепадах температур, що призводить до недовідпуску електроенергії і великих витрат на ремонтно-відновлювальні роботи. Теж стосується малооливних вимикачів типу ВМП та засобів релейного захисту та автоматики.

При визначенні принципів модернізації системи електропостачання промислового району необхідно прагнути до того, щоб система забезпечувала потребу в енергії в достатніх розмірах, маючи на увазі безперервне зростання навантаження протягом тривалого часу, не вимагаючи будь-яких корінних змін як її окремих елементів, так і системи.

У відповідності до прийнятих методик розрахунку [1] визначено навантаження промислового району за умови підвищення потужностей електроспоживачів. На підставі цих розрахунків обрано для установки на підстанції два автотрансформатори типу АТДТН-63000/220/110/35 потужністю 63000 кВ·А, які виробляють на вітчизняному Запорізькому трансформаторному заводі.

Для релейного захисту й автоматизації трансформатора та збірних шин пропонується встановити пристрій диференційного захисту SIPROTEC 7UT612 виробництва "Siemens". Цей пристрій можливо для застосування на нових і реконструйованих підстанціях розподільних мереж і промислових підприємств, в тому числі для заміни старих пристроїв РЗА і телемеханіки.

Пристрій виконує функції струмового захисту (в тому числі диференціального) для трансформаторів, синхронних компенсаторів, електродвигунів, генераторів, а також збірних шин.

Висновок. полягає в тому, що підстанції для живлення промислового району повинна відповідати таким вимогам як: надійність, гнучкість, можливість працювати в різних режимах постачання, а також можливість модернізації обладнання без великих змін в конструкції станцій і підстанцій. Запропонований спосіб модернізації підстанції, що виконаний в роботі, дозволяє забезпечити ці вимоги. При виконанні вимог, що пред'являються підстанціям напругою 110/35/6 кВ, буде забезпечене безперебійне та надійне постачання всіх споживачів.

Л і т е р а т у р а

1. Філімоненко Н.М. Електроустаткування підприємств, промислових комплексів і споруд: Навчальний посібник / Н.М. Філімоненко, В.Л. Синиця., К.В. Філімоненко. – Сєверодонецьк: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2019.– 202с.

ENERGY SAVING POTENTIAL: LUMINESCENT LAMPS VS INCANDESCENT LAMPS

Mykhailo Kriukov - student, enderchas@gmail.com
Dina Zaitseva – senior lecturer, dina.al.zaitseva@gmail.com

*Danube Faculty of Maritime and River Transport
of State University of Infrastructure and Technologies*

The aim of the work is to compare energy - saving potential of luminiscent lamps and incandescent lamps. Energy saving and energy efficiency are the questions of vital importance nowadays. After all, the issue of rational use of resources, including energy, is becoming more acute, as well as the issue of cost optimization. An effective way to save money is to install energy-saving lamps.

Incandescent (LN) and fluorescent (LL) lamps are the most widely used light sources on ships. Let's compare the pros and cons of incandescent and fluorescent lamps.

Incandescent lamps benefits:

1. Simplicity of design.
2. Funds economy.
3. No flicker.
4. Lack of starting and adjusting devices.
5. Easy operation.
6. Good color reproduction.
7. The only light source for voltage of 12-36 V.
8. Minimal cost.
9. Quick start.
10. Ability to work from both direct and alternating current
11. Application in a wide range of voltages.
12. No flicker when using AC power.
13. No buzzing when working in AC mains.
14. No need in starting control equipment.
15. High color rendering index Ra 100 (Colors of surrounding objects are also perceived as in sunlight).
16. Stable work both at big frosts, and at a strong heat.
17. Ability to adjust the brightness and smooth start with the backlight.
18. No toxic substances and no need in special disposal.

Incandescent lamps disadvantages:

1. Low light output.

2. Minimal service life.
3. High sensitivity to voltage changes.

Fluorescent lamps benefits:

1. Energy efficiency. It can consume at least 5 times less energy than incandescent lamps. Sometimes users are hesitant about which fluorescent light bulb to buy. It's pretty easy to do. If you want to replace an ordinary incandescent lamp with a power of 100 watts, then buy a fluorescent lamp with a power of 20 watts (i.e. 5 less).

2. The color of light. They have several options - warm, cold and neutral (day). This allows you to choose the most comfortable one for a particular activity.

3. Wide choice of the form under any lighting device: direct or tubular, spherical, spiral, ring, U-shaped, etc.

Fluorescent lamps disadvantages:

1. Their disposal. Fluorescent lamps are filled with gas, which is based on mercury vapor. Therefore, it is not recommended to throw them in the trash. Instead, they are handed over to special institutions, which then safely dispose of such things.

2. They do not immediately start working at full capacity. It takes some time, so to speak, to "warm up".

3. Operating conditions. It is not recommended to turn it on or off often. Do not touch with your hands, as grease remains on the surface and the lamp may burn out. If you have left an imprint - gently wipe it with a lint-free cloth, adding a little alcohol.

Conclusion. As a result of this analysis, we came to the conclusion that the main advantages of fluorescent lamps compared to incandescent lamps have high light output, long service life and energy efficiency, which make them more energy – saving and therefore more perspective.

L i t e r a t u r e

1. Власюк Н. П. Люминесцентные лампы и их электронные балласты // Радиоаматор. - 2009. - № 5.

2. www.compitech.ru Александр Гореславец. Анализ рынка электронных балластов.

3. K. Bando, Symp. Proc. Of the 8th Int. Symp. on the Sci. & Tech. of Light Sources 1998, 80.

4. A. Zukauskas, M.S. Shur and R. Caska, Introduction to solid-state lighting, John Willey & Sohn, 2002.

СУЧАСНИЙ СТАН СВІТОВОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Крюков М.А. – студент, enderchas@gmail.com

Тришин В.В. – старший викладач, trv.argent@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що машинобудування на сьогодні є основою для технічного розвинення техніки і прогресу людства.

Метою роботи є ознайомлення та аналіз сучасного стану світового машинобудування.

Машинобудування – найважливіше із сучасних виробництв матеріальної сфери, значення якого неухильно зростає під впливом науково-технічного прогресу. Сьогодні неможливо уявити життя людини без машин: ані на виробництві, ані у сфері послуг, ані у побуті. Створюючи знаряддя праці, машинобудування саме істотно впливає на темпи й напрями науково-технічного прогресу в інших галузях господарства, зростання продуктивності праці та ефективності виробництва [2, 3].

Машинобудування займає перше місце серед галузей промисловості по вартості світової промислової продукції – близько 38 %, займає провідне місце в міжнародних економічних зв'язках та є найбільш трудомістким. Особливо трудомістким є виробництво, що випускає складну техніку (приладобудування, суднобудування, аерокосмічна галузь). Воно в найбільшій мірі сприяє поглибленню спеціалізації і кооперації в світовому виробництві [2].

Машинобудування як промислове виробництво виникло в ході промислових переворотів в країнах Європи у XVIII ст. Тоді поняття «машина» означало технічний засіб, робота якого ґрунтується на використанні механічного руху з метою виконання певної роботи або одержання енергії. Перші машини були дуже металомісткими. Їх основним призначенням було замінити важку фізичну працю людини.

З розвитком сучасного машинобудування пов'язане формування у світі технопарків, які поєднують освітні, науково-дослідні, проектні установи з виробничими підприємствами. Вони забезпечують підготовку та концентрацію висококваліфікованих спеціалістів, що сприяє якнайшвидшому запровадженню у виробництво наукових винаходів. Технопарки також забезпечують трансфер технологій – їх передачу підприємствам для запровадження у виробництво у формі ліцензій, інжинірингу (консультацій), лізингу (фінансової оренди), створення спільних підприємств тощо.

У високорозвинутих країнах успішно діють понад 500 технопарків, зокрема у Китаї, США, Японії, Німеччині, Великій Британії, Франції.

В Україні з 1999 р. також створюють технопарки: у Києві (зокрема, «Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона», «Київська політехніка») та Харкові («Інститут монокристалів») [1, 2].

Висновок. Машинобудування одне із найважливіших сучасних виробництв матеріальної сфери. Воно займає перше місце серед інших промислових галузей. Сприяє поглибленню спеціалізації і кооперації в світовому виробництві.

Л і т е р а т у р а

1. Соколова Л.В., Стойка О.В. Сучасний стан машинобудування України та тенденції його розвитку за умов незбалансованої економіки: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=7378>

2. Методологічні основи наукового дослідження машинобудівних конструкцій: навч. посіб. / П. Л. Носко, В. М. Нигора, П. В. Філь [та ін.]. – Луганськ: Вид-во СНУ імені В. Даля, 2009. – 209 с.

3. Бучинський М. Я., Горик О. В., Чернявський А. М., Яхін С. В. Основи творення машин / [За редакцією О. В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків: НТМТ, 2017. – 448 с.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗВІДМОВНОСТІ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЗАСОБАМИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

Старцев М.О. – студент, startsev@gmail.com

Єребакан І.І. – студент, erebakanv300@gmail.com

Губаревич О.В. – к.т.н., доцент, oleg.gbr@ukr.net

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Використання методів і засобів технічної діагностики дає можливість аналізувати працездатність систем із застосуванням діагностичних моделей, що є актуальним сучасним питанням. Підвищення часу безвідмовної роботи електрообладнання та прогнозування його працездатного стану залежить від якості проведеного діагностування.

Метою роботи є аналіз сучасних шляхів та напрямів визначення дефектів електрообладнання, які проявляються під час роботи, їх ознаки, засоби та способи виявлення.

В роботах [1, 2] розглядаються основні засоби технічної діагностики, виконана оцінка її ефективності та детально проаналізовані питання конструювання оптимальних діагностичних систем. Технічна діагностика спрямована на те, щоб підвищити надійність електрообладнання шляхом виконання ретельного обстеження для об'єктивного визначення поточного стану, в якому знаходиться обстежуваний об'єкт. Перш за все, це стосується силового електрообладнання, від якості роботи якого залежить безвідмовність роботи інших електричних систем. Тому основною метою діагностування технічного стану є виявлення дефектів електрообладнання на ранній стадії їх виникнення, а також спостереження і прогнозування їх розвитку, складання планів на ремонт обладнання.

В продовження аналізу в [3] в роботі [4] приведені можливості підвищення безвідмовності електричних систем при використанні ефективних методів контролю стану і діагностування. В роботі [4] наведено алгоритм визначення працездатності трансформаторів, наведена структурна схема автоматизованої системи контролю їх стану і принцип автоматизації прийняття рішень.

Крім того, з часом експлуатації збільшується кількість обладнання, що вичерпало свій максимальний ресурс роботи, в поєднанні з негативними зовнішніми впливами (перевантаження, перенапруги, короткі замикання та ін.) призводить до зростання відмов. В таких умовах застосування ефективної діагностики стану електрообладнання є актуальним завданням, так, в [3] запропоновано створення локальної системи діагностики електрообладнання. Рішення даного завдання може бути отримано з урахуванням сучасних інформаційних технологій. Одне з них пропонується авторами в роботі [1] і може стати основою для реалізації системного рішення при оцінці стану силових трансформаторів, реакторів і інших елементів систем електропостачання. Принцип системного підходу реалізований в схемі створення (модульність, відкритість) і в технології її застосування (облік поточної інформації, навіть вельми нечіткої, про об'єкт на проміжному етапі його життєвого циклу). Якщо їх здійснюється два і більше, проводиться комплексний аналіз, коли оцінюються дані, одержувані з різних джерел, в різні періоди часу по відношенню до різних вузлів електрообладнання. Обробка цієї інформації ведеться за спеціальним алгоритмом [1], що враховує відповідність кожного параметра своїм крайовим значенням, вихід за які характеризує певні неблагополуччя в стані об'єкта. Широкий діапазон свідчить про малі числа випробувань або закінчення періодів їх актуальності на відповідний часовий проміжок, вузький - про своєчасність і необхідній кількості проведеного обслуговування, за результатами аналізу даються рекомендації про подальші експлуатаційні дії. Проте, в цьому підході не розділені методи і засоби технічного контролю за рівнем достовірності

контрольованих параметрів, що є його недоліком.

Система комплексної діагностики відноситься до класу інформаційно-вимірювальних систем. Об'єктами комплексної діагностики є складові частини електричних систем, елементи такої системи можуть перебувати в двох станах: працездатному і непрацездатному.

Елементи, що піддаються діагностуванню, як правило, недоступні для візуального спостереження, що вимагає проведення процедури діагностики без порушення технологічного циклу. З цієї причини переважно застосовуються непрямі методи вимірювання та контролю [1, 2]. Під час визначення дефектів застосовується комбінований або послідовний метод. При комбінованому пошуку виконується встановлене число перевірок незалежно від порядку їх виконання. Послідовний пошук пов'язаний з аналізом результатів, проведенням перевірки і прийняттям рішень на продовження процедури перевірки.

Прогнозування - одна з найперспективніших, але при цьому і найскладніших, методів аналізу. Метод прогнозування в загальному випадку зводиться до проведення оцінки майбутніх значень упорядкованих у часі даних з урахуванням аналізу вже наявних даних. Її рішення дає можливість визначити залишковий ресурс або прогнозувати відмови в роботі електрообладнання. Випадки миттєвого розвитку аварійних процесів зустрічаються досить рідко та носять випадковий характер. Для кожного об'єкта характерні швидкості аномальних процесів [2, 5]: розвиток аварії в часі не відбувається; дефект посилюється повільно, тобто має місце «слабкотечний» характер процесу; виникає перша або друга ситуація, але на певних режимах роботи обладнання; дефект розвивається значно швидше, в результаті чого спрацьовує захист або виникає аварія. На рис. 1 наведена класифікація визначення дефектів ізоляції, для яких доцільно використовувати різні методи, що підтверджує ефективність комплексного оцінювання стану електрообладнання.

Методи тестової діагностики в більшості випадків також дозволяють успішно виконувати діагностику електрообладнання. До основних недоліків цих методів належать низька інформативність і вимога виведення обладнання з експлуатації [6].

Висновок: В роботі проведено аналіз сучасних шляхів та напрямів визначення дефектів електрообладнання засобами технічної діагностики. Для забезпечення безвідмовної роботи електрообладнання та достовірного прогнозування його технічного стану доцільно використовувати різні методи для оцінювання дефектів для чого необхідно удосконалювати комплексні системи діагностування.

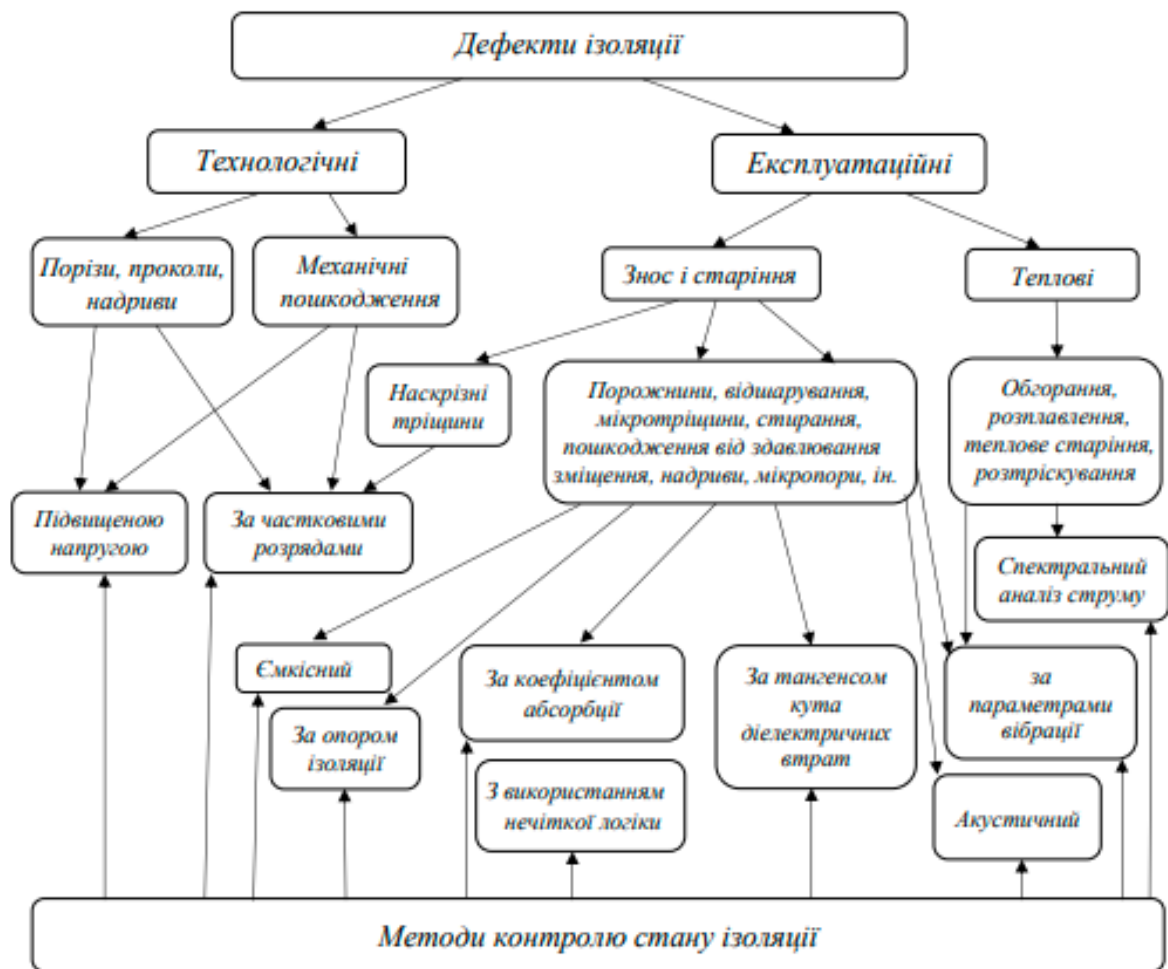


Рис. 1 – Класифікація методів діагностики стану ізоляції електрообладнання

Література

1. Базуткин В.В., Ларионов В.П., Пинталь Ю.С. Техника высоких напряжений: Изоляция и перенапряжения в электрических системах / Под. общ. ред. В. П. Ларионова. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 464 с.
2. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978. – 239с.
3. Алексеев Б.А. Контроль состояния (диагностика) крупных силовых трансформаторов: научное издание/– М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 216 с.: ил. – (Основное электрооборудование в энергосистемах: обзор отечественного и зарубежного опыта).
4. Беркович, Я. Д. О диагностике энергетического оборудования Текст // Электрические станции. 1989. – № 6. С. 16-20.
5. Алексенко Г. В. Испытание мощных трансформаторов и реакторов/ Ашрятов А.К, Веремей Е.А., Фрид Е. С. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергия, 1978. – 520 с, ил. – (Трансформаторы; Вып. 32).
6. Губаревич О.В., Голубева С.М. Аналіз методів діагностики технічного стану ізоляції асинхронних двигунів: Всеукраїнський науковий збірник «Наукові праці Донецького національного технічного університету». Серія «Електротехніка і енергетика» – Покровськ: Вид.: Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет», – №1(21), 2019. С. 55-63.

КЛАСИЧНІ ТА НЕТРАДИЦІЙНІ СПОСОБИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Тараненко В.В. – магістрант, taranenkovlad2020@gmail.com

Вахоніна Л.В. – к. фіз.-мат. н., доцент

Миколаївський національний аграрний університет

Метою роботи є визначення способів удосконалення і поступового розширення структурного і видового складу електричних машин та підвищення технічного рівня пристроїв електромеханіки.

Згідно з [1] існують два традиційні і чотири нові способи підвищення технічного рівня ЕМ, електротехнічних комплексів і електромеханічних агрегатів.

Перший спосіб передбачає удосконалення електромеханічних пристроїв на основі використання нових магнітних та ізоляційних електротехнічних матеріалів зниженням втрат неробочого руху і величин ізоляційних проміжків, а також підвищення стійкості ізоляційних оболонок обмоткових проводів, секцій і котушок обмоток термічним і механіко-технологічним впливам.

Другий спосіб ґрунтується на постійному удосконаленні методів розрахунку і оптимізації.

Вказані два способи були кардинальними на протязі ХХ століття і дозволили багатократно знизити питому матеріалоємність ЕМ і апаратів. Вказану зміну характеризує рис. 1 [2]. Після досягнутого мінімуму габаритні і масовартісні показники виконань АД з підвищеним ККД почали зростати. При цьому до кінця минулого сторіччя виникла ситуація відносної стабільності властивостей ЕТС і ізоляції та має можливим лише деяке енергозбереження на основі застосування в магнітопроводах ІСП, наприклад монокристалічної та аморфної ЕТС [3-5].

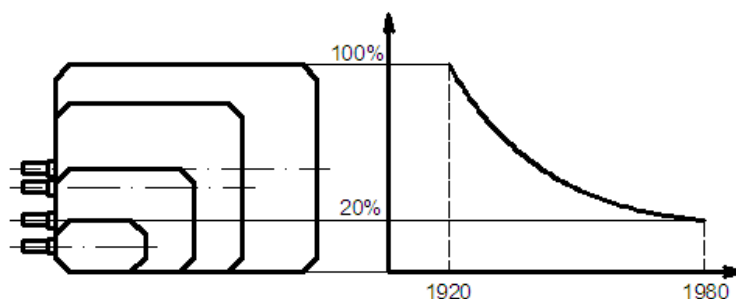


Рис. 1 – Зміна масогабаритних показників асинхронного двигуна в минулому сторіччі

Згідно третього способу, зниження питомої матеріалоємності елементів електрообладнання досягається підвищенням електромагнітних навантажень

(ЕМН) і застосуванням технічних рішень, способів та пристроїв інтенсифікації охолодження (форсованого повітряного, рідинного, криогенного) [6].

Четвертий спосіб забезпечує суттєве зниження питомої матеріалоемності індукційних перетворювачів підвищенням частоти струму до 200...400 Гц при числі полюсів $2p \leq 4$ [6, 7]. Однак деякі способи потребують суттєвого ускладнення і підвищення вартості конструкцій за рахунок використання додаткових систем і пристроїв (нетрадиційне охолодження, газові або магнітні підшипники, редуктори [7]) і застосовуються в технічно обґрунтованих випадках.

П'ятий спосіб базується на системному підході – інтеграції з електронно-напівпровідниковими пристроями функціонування і регулювання, а також елементами конструкцій приводних механізмів [8].

Суміщенням електромеханічних перетворювачів з електронними компонентами здійснюється функціональне і конструктивне об'єднання енергетичних та інформаційних процесів в єдиному пристрої. Суміщенням ЕМ з механізмом виключаються проміжкові конструктивні і кінематичні ланки. Це дозволяє зменшити витрати на виготовлення, покращити масогабаритні показники та підвищити продуктивність і ККД електричних механізмів та комплексів обладнання. Одним з шляхів підвищення технічного рівня електромеханічних механізмів і агрегатів, як вже вказувалось, є застосування АД з підвищеною конструктивною пристосованістю до ряду технічних пристроїв. На рис. 2 наведено схеми відцентрових електровентиляторів з торцевими асинхронними двигунами (ТАД), оберненими асинхронними двигунами (ОАД) і КАД. Компоновки (рис. 2, а, б) відрізняються від традиційної схеми (рис. 2, в) меншими габаритними розмірами і підвищеною симетрією будови, що зменшує число частоти власних коливань і сприяє покращенню віброакустичних характеристик (ВАХ). Перевагами сполучень елементів електровентиляторів (рис. 2, а, б) відносно традиційної будови (рис. 2, в) є вентиляція ТАД і ОАД потоками всмоктуваного повітря. Знижуються механічні втрати і енерговитрати на охолодження та металоємність конструктивної частини вбудованих АД.

Іншим можливим прикладом системного підходу і використання принципу просторової симетрії є удосконалення обладнання охолодження з примусовою циркуляцією рідинного або газового холодоагенту в баку і каналах охолодження ЕМС ТТ або ТР.

Традиційні планарні ЕМС ТТ відрізняються суттєвою нерівномірністю розподілу теплового поля і гіршими умовами охолодження котушок обмотки на середньому стрижні. Інтенсифікація охолодження потужних трансформаторів і реакторів здійснюється примусовою циркуляцією трансформаторного масла з встановленням в маслопровід кожного радіатора зануреного електронасосу. При цьому планарна структура ЕМС обумовлює збільшення числа радіаторів зі

зниженням одиничної потужності і продуктивності електронасосів і зниження енергетичної ефективності електроприводу системи охолодження і трансформаторного агрегату в цілому.

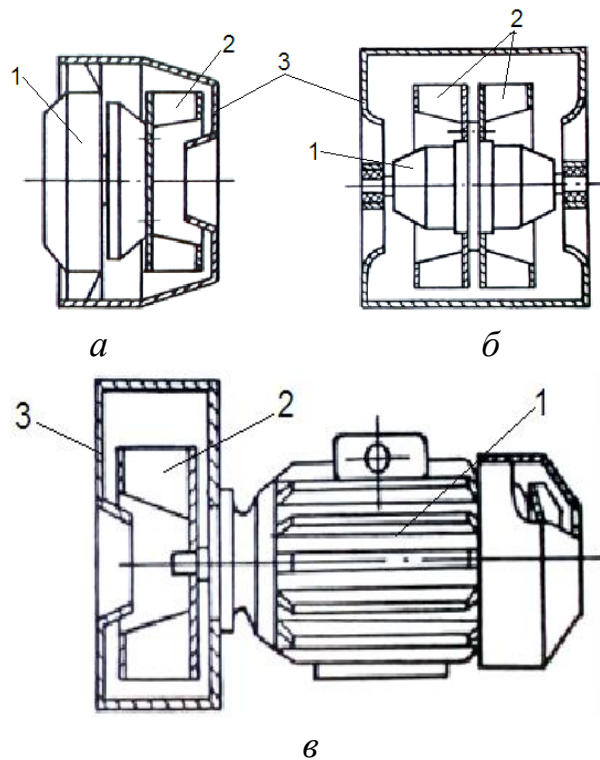


Рис. 2 – Схеми відцентрових електровентиляторів: а – відцентровий прямоточний з вбудованим аксіальним двигуном; б – відцентровий двостороннього всмоктування з вбудованим оберненим двигуном; в – відцентровий з двигуном традиційного виконання; 1 – електродвигун, 2 – робоче колесо, 3 – корпус

Варіанти аксіальної просторової ЕМС зі сполученням стрижнів трикутником (рис. 3) дозволяють створити симетричну в аксіальному і радіальному напрямках структуру активної і конструктивної частини трифазного індукційного статичного пристрою. Така структура відрізняється наявністю вільного простору в зонах внутрішніх контурів ярм (рис. 3, а, б). Вказані особливості дозволяють інтегрувати з метою енергоресурсозбереження комплексне обладнання примусової циркуляції трансформаторного масла в єдиний занурений електронасос з трубопроводами і масляними колекторами з пресуючих елементів магнітопроводу. Пресуючі елементи і колектори можуть бути виконані з швелерів (рис. 3, в), які зістиковані на вісі ЕМС (рис. 3, б) зкошеними кінцівками. З метою інтенсифікації зовнішньої і внутрішньої циркуляції масла електронасос вбудований в порожнину внутрішнього контуру нижнього ярма, кожний колектор містить центральний отвір входу масла, а між електронасосом і ярмом

встановлена перегородка (рис.3, з).

Шостий спосіб уявляється в пошуку і розробці нетрадиційних рішень активної і конструктивної частин ЕМ. Такий спосіб надає можливість зниження як питомої, так і технологічної матеріалоемності «евристичними» структурно-геометричними перетвореннями. Додаткова ефективність підвищення технічного рівня пристроїв і систем електромеханіки утворюється органічним об'єднанням декількох способів удосконалення.

Висновок. У другій половині ХХ століття еволюції пристроїв електромеханіки сприяло удосконалення енергетичних установок транспортних засобів, розвиток теорії і практики систем автоматики, обчислювальної техніки, авіації і космонавтики, а також електронних систем. Це стало причиною виникнення певних напрямків удосконалення електромеханічних пристроїв і іншими способами. Основним напрямком подальшого розвитку є системний підхід, пошук і розробка нетрадиційних рішень активної і конструктивної частини ЕМ, структурні перетворення і структурна оптимізація їх електромагнітних систем.

Л і т е р а т у р а

1. Ставинский А.А. Проблема и направления дальнейшей эволюции устройств электромеханики / А.А. Ставинский // Электротехника і електромеханіка. 2004. – №1. С. 57-61.
2. Ставинский А.А. Особенности магнитопроводов асинхронных двигателей с конусной структурой зубцов / А.А. Ставинский // Известия Российской академии наук. 1992. – №5. С. 130-137.
3. Лизунов С.Д. Силовые трансформаторы. Справочная книга: под ред. С.Д. Лизунова, А.К. Лоханина. – М.: Энергоатомиздат, 2004. – 616с.
4. Кравченко А. Сухие энергосберегающие трансформаторы / А. Кравченко, В. Метельский // Электрик. Международный электротехнический журнал. – Киев: Радиоаматор, 2013. – №4. С. 12-15.
5. IEC 1000-4-8:1993. «Electromagnetic compatibility. Part 4. Testing and measuring technique – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test. Basis EMC Publication». Edition 1.1.2001. – 61p.
6. Бут Д.А. Электромеханика сегодня и завтра / Д.А. Бут // Электричество. –1995. –№1. С. 2-10.
7. Ястребов В.С. Электроэнергетические установки подводных аппаратов / В.С. Ястребов, А.А. Горлов, В.В. Симинский. – Л.: Судостроение, 1986. – 208с.
8. Ставинский А.А. Асинхронные двигатели с секционированными внутренними и внешними роторами для привода газовых и жидкостных нагнетателей / А.А. Ставинский, О.О. Пальчиков // Вісник НТУ «ХП» Збірник наукових праць. серія: Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії. – Х.: – 2015. – №5. С. 85-90.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПЕРЕТВОРЕННЯ ВІДХОДІВ КИЄВА В АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ДЛЯ ЦЕМЕНТНОЇ ГАЛУЗІ

Харченко Є.В. – студент, harcenkozeka9@gmail.com

Клещов А.Й. – к.т.н., зав. відділення ЕЛ, a.kleshchov@kiev.kemt.ua

*Державний вищий навчальний заклад
«Київський електромеханічний коледж»*

Актуальність дослідження. За рік Київ продукує 1,3 млн. т. відходів. З них, перероблено 250 тис. т, а 1,05 млн. т. відходів захороненні на звалищах [1].

Згідно стратегії від 2017 р. [2], з управління відходами осяг захоронення відходів повинен скоротитися до 30% в 2030 році. Виходячи з цього, задача переробки відходів в альтернативні види палива є актуальною.

Метою роботи є визначення енергетичного потенціалу відходів м. Київ.

Цементні печі - агрегати, здатні проводити екологічно чисту утилізацію підготовлених відходів за рахунок наступних особливостей [3]:

- високої температури в печі (до 1 450 ° С);
- можливості нейтралізації металів і шкідливих речовин за рахунок рідкої фази клінкеру;
- очистки викидів газу в електрофільтрах;
- побічні відходи повністю відсутні (зола стає складовою клінкеру).

Це забезпечує спалення відходів, включно із органічними сполуками. Проаналізовано [3] та встановлено, що наступні типи відходів раціонально використовувати при підготовці альтернативного палива для цементних печей:

- зношені шини автомобілів;
- паперові і деревні відходи, пластмаса, тканини, піна полістиролу;
- відпрацьовані машинні масла;
- використані розчинники, клеї, лаки;
- нафтові і вугільні шлами;
- хлоровані ОСВ (залишки стічних вод) - як показала практика, їх можна успішно зневоднювати за допомогою фільтрувальних апаратів (в тому числі вітчизняного виробництва).

Відповідно до опублікованих досліджень компаній: Defra, WB, та ISWA [4], визначено середнє значення теплотворної здатності для різних типів відходів, таблиця 1.

Таблиця 1 – Морфологічний склад сміття м. Київ, та їх теплова здатність [5]

Тип відходів	Частка відходів, %	Маса відходів, т	Теплотворна здатність, МДж/т	Енергетичний потенціал кВт·год/рік
Органічні відходи	85,5	1 111 500	3	926 250
Папір	4,0	52 000	11	158 889
Скло	4,5	відсортовується та повторно використовується		
Пластик	4,3	55 250	26,7	409 771
Поліетилентерефталат	1,0	13 390	21,2	78 852
Метал	0,7	відсортовується та повторно використовується		
Всього	100,0	1 232 140	61,9	1 573 762

Висновок: проаналізовано морфологічний склад відходів м. Київ для їх подальшого сумісного спалення в цементних печах. Визначено основну перевагу сумісного спалення відходів у цементних печах перед сміттєспалювальними заводами, що полягає у можливості спалення відходів, включно із органічними сполуками. Це забезпечує відсутність додаткових викидів в атмосферу. Визначено енергетичний потенціал відходів, що сягає 1 573 762 кВт·год/рік.

Л і т е р а т у р а

1. Луценко Е. Зачем сортировать мусор, куда сдавать его в Киеве и что с ним делают дальше. URL: <https://hromadske.ua/ru/posts/zachem-sortirovat-musor-kuda-sdavati-ego-v-kieve-i-cto-s-nim-delayut-dalshe> (дата звернення: 22 жовтня 2020).

2. Екологія або економіка: Як зробити переробку сміття в Україні вигідною. URL: <https://ua.112.ua/statji/ekolohiia-abo-ekonomika-yak-zrobyty-pererobku-smittia-v-ukraini-vyhidnoiu-495989.html> (дата звернення: 22 жовтня 2020).

3. Князев, В. Утилизация отходов в цементной печи - необходимая процедура в крупных городах. URL: <https://greenologia.ru/othody/utilizaciya-i-pererabotka/cement.html> (дата звернення: 22 жовтня 2020).

4. Sigal, O., Krikun, S., Pavliuk, N., Satin, I., Plashykhin, S., Kirzhner, D., Semeniuk, M. and Kamenkov, N., 2017. ДОСЛІДЖЕННЯ КІЛЬКОСТІ ТЕПЛОТИ, ЩО ВИДЛЯЄТЬСЯ ПРИ СПАЛЮВАННІ ЗМІШАНИХ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ м. КИЄВА. Industrial Heat Engineering, 39(3), pp.78-84;

5. Что мы выбрасываем в мусор и можно ли это переработать. URL: <https://nv.ua/biz/experts/cto-my-vybrasyvaem-v-musor-i-mozhno-li-eto-pererabotat-1472077.html> (дата звернення: 22 жовтня 2020).

КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБ'ЄКТУ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ БАТАРЕЄЮ ТА АКУМУЛЯТОРОМ

Циганенко І.А. – студент, patrickzirko888@gmail.com

Харченко М.О. – студент, neke4ke@icloud.com

Шавьолкін О.О. – д.т.н., професор, shavolkin@gmail.com

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є вивчення можливостей реалізації комбінованої системи електроживлення (КСЕ) з фотоелектричною (ФБ) та акумуляторною батареєю (АКБ) для забезпечення власних потреб локального об'єкту (ЛО) у разі підключення до розподільчої мережі (РМ) з тризонною тарифікацією оплати.

В КСЕ локального об'єкту живлення навантаження ЛО здійснюється від перетворювального агрегату [1] з ФБ і АКБ з підключенням до розподільчої мережі змінного струму. За наявності АКБ з'являється можливість перерозподілу енергії між різними тарифними зонами. Так у часи ранкового пікового навантаження (найбільший тариф) енергія, що накопичена в АКБ додається до енергії ФБ і використовується в навантаженні. В денні часи в АКБ накопичується енергія ФБ з наступним використанням в часи вечірнього пікового навантаження. За цього слід забезпечувати керування розподілом енергії в системі з підтриманням роботи АКБ в активній зоні, коли АКБ здатна приймати енергію в припустимих межах згідно ступеню заряду.

Висновки. В результаті проведеного аналізу встановлено:

- в разі забезпечення системою лише власних потреб без генерації енергії в РМ можливо використовувати систему за автономного функціонування в денні часи з підключенням навантаження ЛО до РМ лише вночі;
- за цього виключається споживання електроенергії в часи пікових навантажень та більшу частку денного часу при забезпеченні нормального функціонування ЛО у разі погіршення якості напруги РМ;
- заряджання АКБ у нічний час здійснюється за роботи інвертора в режимі активного випрямляча напруги за споживанням з РМ синусоїдального струму;
- використання рекомендованого графіку навантаження з урахуванням вартості електроенергії в тарифних зонах дозволяє зменшити витрати на спожиту енергію в період травень - вересень до 5 разів.

Л і т е р а т у р а

1. Шавьолкін О.О. Перетворювальні агрегати для комбінованих систем електроживлення локальних об'єктів з поновлювальними джерелами електроенергії. Монографія.– К. КНУТД, 2019. – 160 с.

ВПЛИВ COVID-19 НА ПЛАНУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ В УКРАЇНІ

Шатна О.А. – студент, ksushashatna@gmail.com

Клещов А.Й. – к.т.н., зав. відділення, a.kleshchov@kemt.kiev.ua

*Державний вищий навчальний заклад
«Київський електромеханічний коледж»*

Актуальність дослідження. За 8 місяців, починаючи з березня 2020, економіка України втратила близько 53,5 млрд. доларів США [1]. В енергетичному секторі споживання електроенергії знизилось на 8% з 15 ТВт·год/рік [2]. Ця криза має світовий характер, що робить тему впливу пандемії на енергоспоживання актуальною.

Метою роботи є аналіз впливу COVID-19 на енергоспоживання в Україні.

Спалах пандемії COVID-19 негативно позначився на енергетичному секторі в Україні [3]. На жовтень 2020, в енергетичній секторі виділено наступні проблеми:

- 1) падіння рівня енергоспоживання;
- 2) зростання виробництва електроенергії ВДЕ;
- 3) заборгованість споживачів;
- 4) запроваджені зелені проекти що опинилися в зоні ризику.

Серед зазначених проблем, наступна викликана безпосередньо пандемією: падіння рівня енергоспоживання. Це пояснюється впровадженням карантинних заходів, зменшенням обсягу промислового виробництва, заборонаю діяльності підприємств та їх закриттям, заборонаю в'їзду та виїзду з території України, затримкою постачання обладнання.

Введення карантину призвело до зниження енергоспоживання [4]. Споживання скоротилося до 12 ТВт·год, що на 8% менше показника 2019 року (15 ТВт·год) [2]. Були проаналізовані дані по споживанню електроенергії та зведені до таблиці 1.

Таблиця 1 – Показники енергоспоживання на період карантину [5]

Період карантину	Нічний пік, ГВт	Ранковий пік, ГВт	Вечірній пік, ГВт
До впровадження карантину, 3-5 березня	14,5-15,0	18,5-19,0	19,2-19,6
Після впровадження суворого карантину, 7-14 квітня	13,1-13,1	15,4-15,7	17,2-17,8
Під час суворого карантину, 28-30 квітня	12,1-12,4	14,7-15,0	16,3-16,8
Після послаблення карантину, 12-14 травня	11,2-11,8	14,3-15,8	15,8-16,3

Згідно з даними з таблиці 1, визначено, що після впровадження суворого карантину енергоспоживання було зменшено на 3%. Після послаблення карантинних заходів, спостерігається зменшення споживання електроенергії. Це пояснюється тим, що підприємства які закрилися на час карантину не відновили свою роботу. Отже, економічна ситуація не відновиться після відміни карантину і Україна матиме пройти всі етапи до поступового відновлення енергоспоживання.

Таблиця 2 – Показники енергоспоживання по секторах [5]

Типи споживачів	Споживання електроенергії в травні	
	2019 рік, ГВт·год	2020 рік, ГВт·год
Промисловість	4200	3895
Населення	2664	2830
Комунально-побутова сфера	1081	921
Інші непромислові споживачі	520	501
Транспорт	524	383

За даними з таблиці 2, визначено, що енергоспоживання травня 2020 року (8894 ГВт·год) скоротилося на 4,9% в порівнянні з показником минулого року (9351 ГВт·год). За п'ять місяців 2020 року енергоспоживання в Україні скоротилося на 24,6%, що зумовлено посиленням карантинних заходів.

За інформацією з [6], встановлено, що у вересні 2020 показник споживання практично дорівнює минулорічному (9097 ГВт·год проти 9094 ГВт·год). Підвищення показника зумовлене адаптацією галузей економіки до умов карантину.

За даними [6] в період з березня по квітень 2018р. та 2019р. спостерігається стрибок в енергоспоживанні, в 2020р. графік згладжується. Це зумовлено введенням заходів щодо подолання коронавірусної хвороби, закриттям закладів, підприємств, обмеженням в'їзду та виїзду, розподіл території України на епідеміологічні зони. В період з травня по серпень енергоспоживання значно зменшено. Що зумовлено потеплінням та послабленням карантину. В результаті у вересні 2020р. показники енергоспоживання практично дорівнюють минулорічним, оскільки всі галузі економіки адаптувалися до умов карантину

Висновок. В результаті проведеного аналізу, визначено, що енергоспоживання після зникнення пандемії в Україні не відновиться до минулорічних показників, країна не зможе подолати економічну кризу. Знадобиться час для відновлення в галузі енергетики. Україна матиме пройти всі етапи до поступового відновлення енергоспоживання.

Література

1. Винокуров Я. Карантин стоил Украине \$53,5 млрд — исследование Киевской школы экономики. URL: <https://hromadske.ua/ru/posts/karantin-stoil-ukraine-dollar535-mlrd-issledovanie-kievskoj-shkoly-ekonomiki>. (Дата звернення: 26.10.2020).
2. Потребление электроэнергии в Украине в 2019 году сократилось на 2%. URL: <https://delo.ua/business/potreblenie-elektroenergii-v-ukraine-v-2019-godu-363659/> (Дата звернення: 20.10.2020).
3. Миленька Т., Новик Б. Вплив COVID-19 на енергетичний сектор України. URL: <https://iclub.energy/tetiana-mylenka/tpost/8pfhbdprst-vpliv-covid-19-na-energetichnij-sektor-u> (Дата звернення: 20.10.2020).
4. Салашенко Т. І. Енергетика України та світу в умовах пандемії: наслідки та заходи боротьби. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/5_2020/27.pdf .(Дата звернення: 22.10.2020).
5. Рихліцький В. Лічильники на карантині: як коронавірус вплинув на споживання електроенергії. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2020/07/7/662632/> (Дата звернення: 20.10.2020).
6. Споживання електроенергії у вересні 2020 року вийшло на минулорічні показники. URL: <https://ua.energy/zagalni-novyny/spozhyvannya-elektroenergiyi-u-veresni-2020-roku-vyishlo-na-mynulorichni-pokaznyky/> (Дата звернення: 26.10.2020).

СУЧАСНІ СУДНОВІ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ

Аржент А.І. – студент, qrt2001112@gmail.com

Тришин В.В. – старший викладач, trv.argent@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена вкрай важливим впливом технічного стану, різновидів використаних систем пожежогасіння та підготовленості членів команди судна на рівень пожежної безпеки флоту.

Метою роботи є проведення аналізу причин виникнення пожеж на судах і ознайомлення з існуючими різновидами засобів пожежогасіння та їх використанням.

Сучасне судно – це дуже складна система, що включає в себе силові установки різного призначення, житлові та вантажні приміщення, танки різної місткості, допоміжне обладнання і агрегати.

Більшість пожеж на судах викликані халатністю або недбалістю з боку екіпажів, але трапляються пожежі викликані технічними несправностями систем і механізмів суден. Якщо існуючих правил протипожежного захисту дотримуються належним чином, пожежі майже завжди можна запобігти. Технічні несправності механізмів, в більшості випадків, також усуваються завдяки швидким, чітким та злагодженим діям членів команди. Тільки невелика частина відказів техніки здатна спричинити серйозну загрозу життям моряків та плавучості судна.

Основні заходи, що попереджають виникнення пожеж, передбачаються при проектуванні і будівництві судів. Вони викладені в Правилах Регістру [1].

На судах знаходиться досить велика кількість різних протипожежних систем. За працездатністю протипожежних систем необхідно дбати для того, щоб вони постійно знаходилися у стані готовності до застосування. Хоча майже усі протипожежні системи дубльовані, треба завжди розуміти, що при їх несправності, шанси на виживання екіпажа нижче на 50 відсотків [3, 4].

Пожежі на судах підрозділяються на чотири класи (в залежності від

палаючої рідини) – А, В, С, D та мають свої переважні методи гасіння [2].

Кожна з суднових систем пожежогасіння призначена для вирішення конкретного вузьконаправленого завдання:

- Вода – використовується для захисту громадських і житлових приміщень судна і його коридорів, а також об'єктів, де зберігаються тверді легкозаймісті та горючі речовини;

- Піна – встановлюється в приміщеннях, де можливе займання класу В;

- Газ – використовуються для класу пожежі С.

- Система об'ємного пожежогасіння корабля в основному встановлюється на плавучих пасажирських об'єктах річкового флоту.

Система водяного пожежогасіння – основна система для захисту що обладнується незалежно від наявності інших систем. Система трубопроводів складається з основної магістралі з діаметром труб 100-150 мм і відводів діаметром 38-64 мм. Всі ділянки водопожежної магістралі, що проходять по відкритих палубах, повинні мати спускні крани для осушення магістралі на випадок небезпечного зниження температури [3, 5].

Система пінного гасіння використовується на судні для ліквідації горіння шляхом нанесенням на палаючий предмет вуглекислої піни, завдяки чому припиняється доступ кисню повітря до палаючого предмету. Залежно від способу отримання та складу піна буває хімічна і повітряно-механічна.

Бортова система газового пожежогасіння використовується виключно в вантажному відсіку, а також у допоміжних генераторах і насосах камбуза, у машинному відділенні як по всьому приміщенню, так і локально з напрямком об'ємного струменя безпосередньо на генератори. Його висока ефективність поєднується з однаково високою вартістю обслуговування самої системи.

Об'ємні морські аерозольні системи пожежогасіння (АОГ) призначені для локалізації та гасіння пожеж легкозаймістих та горючих рідин, твердих горючих матеріалів і електричного обладнання, в тому числі що знаходиться під напругою, в приміщеннях різної конфігурації і розмірів, в тому числі вибухонебезпечної категорії [3, 5].

Висновок. У протипожежній справі дрібниць немає. Тут можуть стати фатальними будь які недооцінки, прорахунки і незнання того, що ми повинні знати і виконувати в своїй роботі. Все це досягається шляхом регулярних тренувань на своєму судні, виконанням правил протипожежної безпеки виключно кожним членом екіпажу, своєчасним обслуговуванням і підтриманням в робочому стані систем та механізмів корабля і в першу чергу – суднових протипожежних систем.

Література

1. Губенко В.Д. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови морських суден. – Київ: Регістр судноплавства України, 2019. http://shipregister.ua/books/PCBSSSt3_2020.pdf
2. Класифікація пожеж на суднах: <http://sea-library.ru/borba-s-pozharem/229-pozhary-i-ix-klassifikaciya.html>
3. Колегаев М.А., Иванов Б.Н., Басанец Н.Г. Безопасность жизнедеятельности и выживания на море. Изд-во: Одесса, 2008. – 352 с.
4. Правила пожежної безпеки на морських суднах України: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/ST001525.html
5. Суднові протипожежні системи: <https://mirmarine.net/svm/sudovye-sistemy/909-protivopozharnye-sistemy>

ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ОПИСУ ГЕОМЕТРІЇ НЕІДЕАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ В СУДНОБУДУВАННІ ТА СУДНОРЕМОНТІ

Бажак О.В. – аспірант, olyabazhak@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність роботи зумовлена визначенням напрямів удосконалення описів геометричних конфігурацій реальних об'єктів без втрачання важливої інформації засобами геометрії неідеальних об'єктів.

Мета роботи. Аналіз проблем точності опису геометричних об'єктів для визначення напрямів підвищення функціональних можливостей систем опису геометрії неідеальних об'єктів, що дозволить створити сучасні автоматичні системи проектування технологій обробки деталей.

Застосовувані сьогодні засоби конструювання і технологічної підготовки виробництва в суднобудуванні базуються на САД, САРР системах автоматизації конструювання та проектування технології [1].

Математичні ядра сучасних САД (computer-aided design) і, як наслідок, САМ (computer-aided manufacturing) систем ґрунтуються на положеннях сучасної аналітичної геометрії, яка, по суті, формалізує опис тільки ідеальних геометричних конфігурацій і їх елементів [2, 3]. Стан сучасної геометрії обумовлено історією розвитку математики, основу якої становить прагнення формально представити різноманіття існуючих і можливих конфігурацій плоских і просторових фігур [4].

Як показує практика конструювання та виробництва виробів суднової

техніки розбіжності між математичною ідеалізацією геометричних образів і реалізованими конструкціями деталей викликані низкою проблем нерозв'язних в рамках існуючого параметричного уявлення засобами аналітичної геометрії. Це призводить до некоректних, або неоднозначним поданням деталей (об'єктів) на кресленнях і 3D моделях, що в кінцевому підсумку стримує розвиток інструментарію цифрового проектування [3].

При проектуванні і виготовленні реальних деталей регламентуються межі допустимих похибок форми і взаємного розташування поверхонь, що утворюють функціонально необхідні геометричні конфігурації [4].

Проте, формальне подання геометричних об'єктів пережило численні трансформації дійшовши до сучасних теоретичних основ, які забезпечують надання ідеальних конфігурацій. Таким чином можна сформулювати дві проблеми, не вирішувані в рамках існуючої геометрії [5].

Перша проблема полягає в тому, що існуючі в геометрії інструменти формального опису оперують з ідеальними об'єктами, елементи яких строго відповідають математичних функцій і значень параметрів [5]. При виготовленні машин неможливо забезпечити ідеальні розміри і форму поверхонь в процесі виготовлення будь-якого матеріального об'єкта [4, 5]. Тому у всіх машинобудівних сферах, включаючи суднобудування і судноремонт використовується систематизований набір регламентів, що обмежує допустимі відхилення від ідеальних геометричних конфігурацій.

На рисунку 1 показані приклади визначення площин 1, 2 і 3 для ідеального і реального образів деталі.

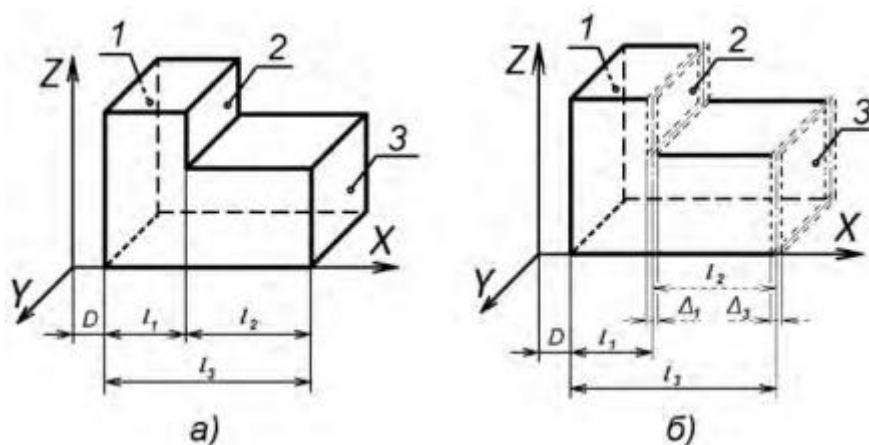


Рисунок 1– Взаємне розташування поверхонь: а) ідеальне; б) реальне

Для ідеальних геометричних конфігурацій завдання розмірів l_1 , l_2 і l_3 у вигляді замкнутого розмірного ланцюга не викликають ніяких протиріч (рисунку 1а), оскільки справедлива запис $l_3 = l_1 + l_2$, а також $l_2 = l_3 - l_1$ або $l_1 = l_3 - l_2$.

В реальній ситуації при обробці зазначених трьох площин, можна витримати (налаштувати) тільки два розміри, наприклад, l_1 і l_3 (рисунку 1, б), при цьому

розмір l_2 вийде «сам по собі» як результат.

Друга проблема пов'язана з можливістю опису тільки вже існуючих геометричних конфігурацій індивідуальних до схем їх породження.

В аналітичній геометрії площину загального положення в тривимірному просторі описується наступним чином

$$Ax + By + Cz + D = 0 \quad (1)$$

При описі площин 1, 2 і 3 деталі зображеної на рис. 1, рівняння (1) набуде вигляду

$$Ax + D = 0 \quad (2)$$

Тоді, для визначення кожної позначеної площині на рисунку 1а, отримаємо відповідно

1) $Ax_1 = D$

2) $Ax_2 = D + l_1$

3) $Ax_3 = D + l_3$

Також несуперечливої для другої поверхні буде запис

$$Ax_2 = D + l_3 - l_2,$$

а для третьої

$$Ax_3 = D + l_1 + l_2.$$

Наведений приклад демонструє той факт, що при описі геометричній конфігурації реальних об'єктів втрачається дуже важлива інформація про структуру розмірних зв'язків.

Таким чином, з наведеного прикладу слід, що для однозначного опису геометричної конфігурації неідеальних (реальних) об'єктів необхідно доповнити існуючий математичний інструментарій засобами уявлення похибок форми і розташування поверхонь, а також схемами їх породження. Крім того, необхідно враховувати, що у процесі конструювання елементів деталей, одним з важливих чинників є реалізація функцій суднової механіки, зокрема забезпечення рухливості з деталями що сполучаються, де необхідна висока точність проектування.

Сучасні форми подання геометричної інформації та способи її перетворення з позиції інженерної практики характеризуються наявністю двох проблем. Перша з них полягає в тому, що інструментарій сучасної геометрії не може оперувати з недосконалими формами і конфігураціями матеріальних об'єктів. Друга проблема - це відсутність способів і інструментів для опису схем породження геометричних об'єктів, починаючи від виробляють ліній і закінчуючи структурою, що характеризує відносне розташування поверхонь.

Висновки. На основі проведеного аналізу визначено, що з метою підвищення точності опису геометрії неідеальних об'єктів при побудованні або ремонті судів необхідно рішення таких питань: визначення елементарних ліній і

поверхонь, для забезпечення можливості формального подання всіх існуючих схем породження з урахуванням неідеальних форм і розмірів та деталізація розмірних взаємозв'язків для опису заданої допустимої девіації лінійних і кутових розмірів, що визначають похибки відносного розташування поверхонь, а також їх форми.

Л і т е р а т у р а

1. Малюх В. Н. Введення в сучасні САПР: Курс лекцій. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с. ISBN 978-5-94074- 551-8
2. He Y., Wang K., Wang H., Gu X., Qin H. Manifold T-Spline. In: Kim MS., Shimada K. Geometric Modeling and Processing - GMP 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 4077. Springer, Berlin, Heidelberg / ISBN 978-3- 540-36865-6.
3. Лелюхін В.Є., Ігнат'єв Ф.Ю., Дренін А.С., Колесникова О.В. Формалізація уявлення геометричної конфігурації деталей машин. // Природничі та технічні науки. - 2018. – № 7, с.109-112. ISSN 1684- 2626
4. Лелюхін В. Е. Кузьміна Т.А., Колесникова О.В. Вплив геометричної конфігурації деталі на технологію її виготовлення / Сучасні наукові дослідження та інновації. 2015. – № 7 [Електронний ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/07/56318> (дата звернення: 05.08.2019). ISSN: 2223-4888
5. Лелюхін В.Є., Ігнат'єв Ф.Ю., Дренін А.С., Колесникова О.В. Геометрія для опису реальних деталей машин // Сучасні наукомісткі технології. 2018. – № 8. – С. 95-99. ISSN 1812-7320; URL: <http://toptechnologies.ru/ru/article/view?id=37126> (дата звернення: 21.04.2019)

ДОСЛІДЖЕННЯ З'ЄДНАНЬ ЗБІРОК ЗА ДОПОМОГОЮ ДОДАТКА САПР

Бошков Д.П. – студент, dmitriyboshkov@gmail.com

Рященко О.І. – старший викладач, oksanaivanovna561@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена широким використанням різьбових з'єднань у мореплавстві а також впровадженням нових технологій.

Метою роботи є аналіз методів дослідження з'єднань збірок на деформації за допомогою різних систем автоматизованого проектування.

В основній частині роботи розкрито наступні питання:

1. Різновиди способів виконання збірок деталей:

- болтове з'єднання;
- гвинтове з'єднання;
- з'єднання шпильками.

2. Основні визначення і терміни.

Різьбове з'єднання – це розбірне нерухоме з'єднання деталей машин за допомогою нарізи, у якому одна з деталей має зовнішню нарізь, а інша — внутрішню. Різьбові з'єднання внаслідок їх універсальності, простоти виготовлення, надійності, зручності збирання і розбирання, повної взаємозамінності широко використовуються в усіх галузях техніки. Основні деталі різьбових з'єднань – болти, гвинти, гайки і шайби [1].

Болт – це стрижень з головкою на одному кінці і різьбою на іншому, на який зазвичай нагвинчується гайка.

Гайка – це кріпильна деталь з нарізевим отвором і конструктивним елементом для прикладення крутного моменту.

Шайби підкладають під головку болта або гвинта для збільшення опорної поверхні і зниження напруги зминання при затягуванні нарізного сполучення; для зберігання від пошкоджень захисних покриттів на деталях, що з'єднуються; для забезпечення стопоріння різьбових з'єднань від самовідгвинчування.

Шпильки використовують замість гвинтів коли матеріал з'єднуваної деталі з різьбою не забезпечує необхідної міцності і надійності різьблення при частих зборках і розборках. Наприклад, в деталях з алюмінієвих сплавів.

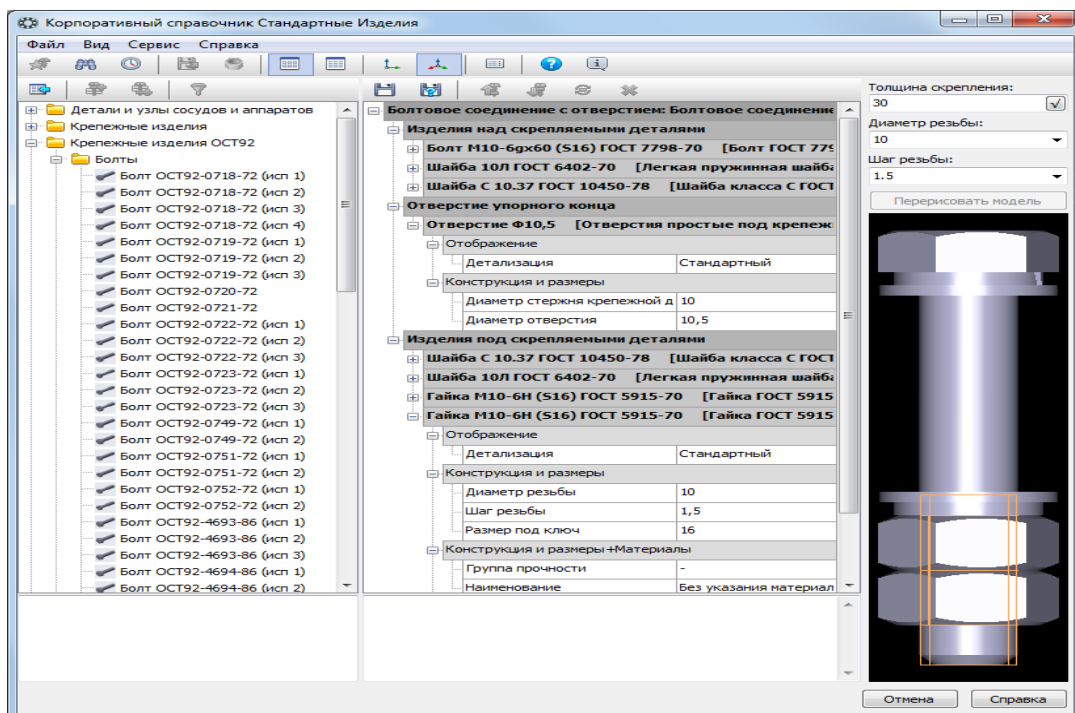


Рис.1 – Бібліотека стандартних виробів в САПР «КОМПАС-3D»

3. Ознайомлення з середовищем КОМПАС-3D v17:
 - створення нового кресленника;
 - основні елементи інтерфейсу.
4. Огляд послідовностей побудови збірок у САПР. Розрахунок ваги, об'єму, площини.
 - креслення форми деталі, ввід розмірів та матеріалу;
 - встановлення залежностей деталей одну від одної.
5. Інші можливості систем автоматизованого проектування.
 - взаємне переміщення деталей;
 - різновиди бібліотек;
6. Дослідження міцності збірок за допомогою САПР «Solidworks», а також симуляція деформацій [2]:
 - визначення точок залежності;
 - введення прикладення сили та її величини;
 - аналіз деформацій.

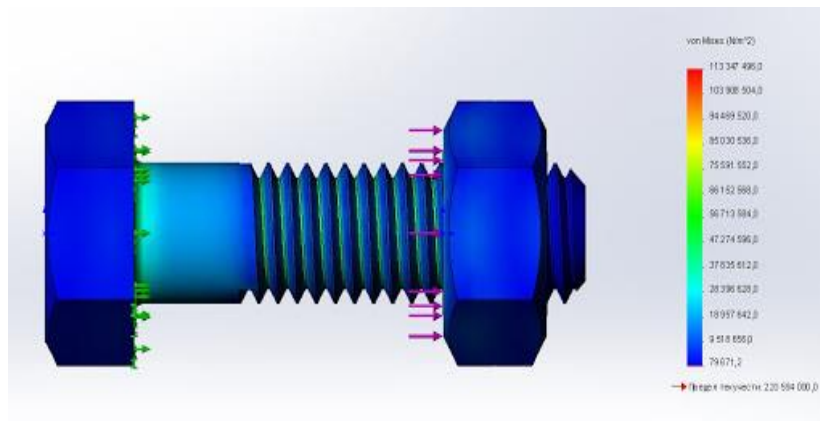


Рис.2 – Дослідження деформації збірки в САПР «Solidworks»

7. Використання з'єднань в суднобудівництві [3]:
 - фіксація силових установок;
 - закріплення систем освітлення та засобів безпеки;
 - використання при ліквідації аварійних пошкоджень корпусу судна.

Висновок. В моєму дослідженні була виконана робота з ознайомленням з сучасними методами досліджень з'єднань збірок. Дані методи є більш точними і більш надійними завдяки комп'ютерним розрахункам.

Доцільність використання різьбових з'єднань зумовлена можливістю швидкого доступу до з'єднаних деталей. При цьому потім можна зібрати з'єднання знову і воно не втратить своїх властивостей.

Маючи ряд переваг перед іншими типами з'єднань, різьбові широко

застосовуються у судноплавстві як з метою забезпечення відносно простого доступу к частинам з'єднання, так і з метою забезпечення безпеки.

Л і т е р а т у р а

1. Райковська Г.О. Різьби, різьбові з'єднання та кріпильні деталі / Г. О. Райковська: навчально-методичний посібник із самостійної роботи [для студентів інженерно-технічних спеціальностей]. – Житомир: ЖДТУ, 2007.– 58 с.

2. Прохоренко В. П. SolidWorks 2005. Практическое руководство / Прохоренко В. П. – М. : Бином-Пресс, 2005. – 512 с.

3. Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Т.Твердотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D,SolidWorks, Inventor, Creo, 2014.– 304с.

ЕРГОНОМІКА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ, ЇЇ АСПЕКТИ

Карайван М.С. – студент, karayvan96@gmail.ua

Урум Н.С. – к.пед.н., доцент, nataliiaurum@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена розвитком техніки, особливо останнім часом, показав, що при створенні людино-машинних систем межі психофізіологічних можливостей людського організму важко подолати, вони досить жорсткі і утворюють одне з найбільш вузьких місць. З'явилася необхідність у багатомірній оптимізації системи “людина-виробниче середовище-машина”, у всебічному обліку “людських” і технічних факторів для досягнення заданої ефективності систем контролю та керування.

Комплексний, системний підхід до вказаних проблем сприяв народженню нової науки – ергономіки.

Ергономіка (від грец. *ergon* – робота, *nomos* – закон) займається комплексним вивченням і проектуванням трудової діяльності людини з метою оптимізації знарядь, умов та процесу праці. Ергономічний підхід до вивчення трудової діяльності не дублює досліджень в галузі медико-біологічних наук (анатомії, фізіології та психології), ергономіка ґрунтується на них та їх доповнює. Крім того, ергономіка гостріше ставить проблеми і сприяє інтенсивній розробці їх [2].

Предметом ергономіки є трудова діяльність людини, а об'єктом дослідження – система “людина – виробниче середовище – машина”. Оптимізація трудової діяльності та умов її здійснення дає змогу добиватися суттєвого підвищення

ефективності й надійності діяльності людини.

Загальна мета ергономіки формулюється як єдність трьох аспектів дослідження й проектування: зручність і комфортні умови ефективної діяльності людини, а відповідно й ефективне функціонування систем "людина — машина"; збереження здоров'я й розвиток особистості. У конкретному дослідженні й проектуванні той або інший аспект може превалювати, однак загальна мета реалізується через сукупність і взаємодоповнюваність зазначених аспектів[1].

Метою роботи є проведення оглядового аналізу ергономічних показників трудового процесу, що забезпечують максимальну ефективність, безпеку та комфортність праці, відносять:

- гігієнічні (фактори зовнішнього середовища – температура, фізико-хімічний склад і швидкість руху повітря, освітленість, шум тощо);
- антропометричні та біомеханічні, що характеризують відповідність знарядь праці розмірам, формі та масі тіла людини, оптимальним зусиллям, напряму рухів тощо;
- фізіологічні та психофізіологічні, що встановлюють відповідність виконання трудових операцій швидкісним, енергетичним, зоровим та іншим можливостям людини;
- психологічні, що характеризують відповідність трудового процесу навичкам, що закріплюються та формуються, а також можливостям сприймання, пам'яті та мислення;
- естетичні, що визначають відповідність трудової діяльності естетичним потребам людини і реалізуються у художньо-конструкторських рішеннях робочих місць (знарядь праці) та виробничого середовища.

Ергономіка органічно пов'язана з технічною естетикою, вона являє собою науку, яка вивчає соціально-культурні, технічні та естетичні проблеми формування гармонійного середовища, створюваного засобами промислового виробництва для життя та діяльності людини. Точки стикання цих наук численні й особливо очевидні, коли ергономіку залучають для вирішення завдань, безпосередньо пов'язаних з технікою безпеки.

Отже, ергономіка у тісному зв'язку з технічними, природничими та суспільними науками створює для людини такі умови, які забезпечують їй високопродуктивну та безпечну працю.

Головною задачею ергономіки на морському транспорті є створення оптимальних умов праці, за яких людина могла б працювати з максимальною надійністю, без шкоди для здоров'я й розвивалась як особистість. У наш час умови праці часто не відповідають вимогам ергономіки. Так, існує значна кількість робіт з важкими фізичними навантаженнями. У той же час усе більш гострою стає проблема гіподинамії (нестачі фізичної активності). Вона характерна для багатьох

робочих місць і спричиняє зниження рівня здоров'я, а відповідно, й надійності діяльності. Сьогодні світова наука дійшла висновку, що людський організм не має шансів на здоров'я без визначеного рівня фізичних навантажень. Велику проблему складає професійний стрес. На багатьох місцях зростає рівень психічних навантажень, а іноді вони значно перевищують допустимі (наприклад, у роботі диспетчерського апарату, локомотивних бригад та ін.). Це призводить до суттєвого погіршення рівня здоров'я, особливо у випадку поєднання професійного стресу з гіподинамією. У зв'язку зі збільшенням швидкостей руху транспортних засобів, ускладненням конструкцій машин і механізмів важливого значення набуває правильний вибір і оформлення органів керування; при централізації керування в диспетчерських системах необхідно організовувати пульти керування й пристрої відображення інформації з урахуванням особливостей сприйняття, робочої пози, величини навантаження й ряду інших факторів. Неправильне розташування органів керування на пультах і робочих місцях у робочих зонах і зонах обслуговування може різко підвищити фізичні й психічні навантаження, а інколи й збільшити кількість помилок у діях судноводія і, як наслідок, призвести до аварій і травматизму. Спеціальна ергономічна проблема — раціональне оформлення робочого інструмента. Урахування вимог ергономіки дуже важливе при розробленні спеціального одягу. При ігноруванні цих вимог спецодяг може стати причиною підвищеної стомлюваності, а іноді причиною травматизму.

Важливою задачею ергономіки є зниження психічних навантажень, що досягається застосуванням комплексу заходів, таких як створення сприятливого соціальнопсихологічного клімату, зниження рівня шумів, організацію комфортного світло-колірного оформлення. Одною з причин психічного перевантаження є надлишок інформації, що подається судноводію. У процесі роботи періодично виникають психічні напруги через несприятливий соціально-психологічний клімат. Часто причиною цього є психологічна несумісність окремих членів колективу. Тому грамотне формування колективів і створення оптимальної взаємодії є важливою задачею ергономіки. З досвіду відомо, що раціональний режим праці й відпочинку, виробнича гімнастика, відповідна музика й подібні заходи можуть істотно знизити фізичну й психологічну стомлюваність та підвищити продуктивність праці. Систематична робота з кадрами, їхній професійний відбір, підвищення кваліфікації, навчання раціонально й ергономічно обґрунтованим методам праці, інструктаж і обмін досвідом дозволяють також знизити виробниче навантаження [1].

Висновок. Для зменшення цих небажаних наслідків праці на містику необхідно передбачити цілий ряд спеціальних заходів. До них насамперед належать: розроблення раціональних режимів праці й відпочинку; введення в

діяльність визначеної рухової активності (наприклад виробничої гімнастики); правильне й своєчасне харчування з застосуванням спеціально підібраних харчових стимуляторів (наприклад виноградно-вітамінні суміші); проведення спеціального тренування судноводіїв. Багато цих питань необхідно вирішувати вже на стадії проектування система – людина-механізм.

За Небиліциним В.Д., надійність людини – механізм зумовлений трьома основними факторами:

- ступенем інженерно-психологічної узгодженості техніки з психофізіологічними можливостями судноводія;
- рівнем професіоналізму й підготовленості судноводія;
- психофізіологічними даними, зокрема особливостями нервової системи, порогоми чутливості, особистісними властивостями, станом здоров'я судноводія [1].

Основними методиками оцінки професійно значущих якостей при проведенні професійного психофізіологічного добору осіб складу екіпажу передбачається:

- 1) оцінка швидкості простої й складної зорово-моторних реакцій;
- 2) оцінка стійкості уваги;
- 3) оцінка швидкості переключення уваги;
- 4) оцінка обсягу оперативної пам'яті (зорова й слухова пам'ять).

Л і т е р а т у р а

1. Брусенцов В.Г., Брусенцов О.В., Бугайченко І.І., Кисельова С.О. Основи ергономіки: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 141 с.

2. Желібо Є. П., Заверуха Н. М., Зацарний В. В. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти України I-IV рівнів акредитації/ за ред. /Є. П. Желібо, і В.М. Пічі. – Львів: Піча Ю.В., К.: "Каравела", Львів: "Новий Світ., 2002. – 328 с.

ПЕРЕВАГИ БЕЗПЛОТНОГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ В СУЧАСНОМУ СУДНОПЛАВСТВІ

Кіпар М.О. – студент, kipar.mihail2000@gmail.com

Дакі О.А. – д.т.н., доцент, daki-olena@ukr.net

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Однією з найважливіших проблем сучасного мореплавства є аварійність та пов'язана з нею загибель суден. За статистикою, протягом останніх десятиліть

більше тисячі великих суден було втрачено внаслідок аварій, 90 % з яких становив людський фактор. Тому широкий пласт у сфері сучасних технологій водного транспорту займає безпілотний водний транспорт, що **актуалізувало** наше дослідження. Над використанням штучного інтелекту в судноводінні працюють у Великобританії, США, Росії, Норвегії, Китаї, Франції та інших країнах.

Метою роботи є проведення аналізу та визначення переваг безпілотного водного транспорту. Під час дослідження було використано досвід Массачусетського технологічного інституту (США), технологічної компанії «Sea Machines Robotics» (США), компанії «IBM» та некомерційної організації «Promare» (Великобританія), компанії «Rolls-Royce» (Великобританія), компанії «Rafael» (Ізраїль), компаній «Совкомфлот», «Росморпорт», «Пола Райз» (Росія).

Сьогодні безпілотний водний транспорт отримав найбільшого розвитку у військовій сфері. Це, зокрема, катери, платформи, буксири і човни, призначені для розвідки, виявлення і знищення різного роду цілей, захисту від піратства і терористів, проведення рятувальних операцій. Щодо цивільного безпілотного водного транспорту, то переважна частина знаходиться в стадії розробки, конструювання і тестування. Хоча вже в цьому році Массачусетським технологічним інститутом були випробувані безпілотні човни-автомати. Також компанія IBM в партнерстві з некомерційною організацією ProMare, що займається дослідженням океану, запустила роботизоване дослідницьке судно на сонячній енергії Mayflower.

Перевагами безпілотного водного транспорту є безпека, зменшення ризику аварійності, оскільки комп'ютер краще зосереджується на роботі ніж людина. Машина не втомлюється і майже не припускається помилок, які роблять люди. Комп'ютер швидше реагує та обирає найоптимальніший напрямок руху, а також має більшу вірогідність безпечно маневрувати великим судном в оточенні навіть невеликих човнів.

Рушійною впровадження автономних систем управління є економічна складова. В середньому від 30% до 40% експлуатаційних витрат припадають на утримання екіпажу, що складає коло 10% від сукупних витрат на перевезення. Розробники вважають, що функціонування безпілотного водного транспорту дозволить заощадити споживання палива, яке витрачається на підтримання систем життєзабезпечення екіпажу. Крім того, економія здійснюється власне на екіпажі. Також за рахунок відсутності житлових приміщень збільшується вантажомісткість.

Є також переваги з технічного боку. Зокрема, вибір більш оптимального курсу із врахування погодних умов зменшить знос суднових двигунів.

Важливим є те, що при перевезенні особливо небезпечних та шкідливих вантажів повністю виключено людський фактор.

Висновки. Отже, функціонування безпілотного водного транспорту має вагомі переваги. Проте, не слід забувати і про його недоліки, які варто враховувати під час розробки та вдосконаленні існуючих моделей. Цю інформацію плануємо проаналізувати в наших подальших дослідженнях.

Л і т е р а т у р а

1. СМИ: беспилотные суда и единая система навигации стали наиболее перспективными IT-трендами на водном транспорте [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://fingazeta.ru/news/novosti/466799>

2. Rolls-Royce запустит беспилотные корабли [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://itc.ua/blogs/rolls-royce-zapustit-bespilotnyie-korabli/>

3. Беспилотные роботы-лодки перевезли первых пассажиров (видео, фото)] [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://cfts.org.ua/news/2020/10/29/bespilotnye_roboty_lodki_perevezli_pervykh_passazhirov_video_foto_61530

4. Беспилотное судно готовится покорить Атлантику (видео) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://cfts.org.ua/news/2020/03/18/bespilotnoe_sudno_gotovitsya_pokorit_atlantiku_video_57832

5. Катера-беспилотники [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.popmech.ru/weapon/10988-bespilotnaya-smert-katera-bespilotniki/>

6. ROBOATS (РОБОАТЫ) - БЕСПИЛОТНЫЕ КОРАБЛИ И КАТЕРА КОМПАНИИ SEA MASHINES ИЗ БОСТОНА [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://bespilot.com/news/480-sea-mashines-roboat-ships>

МІЖПРЕДМЕТНИЙ ХАРАКТЕР ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ НАВІГАЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ

***Кіпар М.О.** – студент, kipar.mihail2000@gmail.com*

***Дорофєєва З.Я.** – старший викладач, zoya.dorofeeva76@gmail.com*

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

В сучасних умовах фахівці морської галузі повинні бути конкурентно спроможними на світовому ринку праці. Це неможливо забезпечити без формування професійних компетентностей відповідної якості. Для цього необхідно акцентувати увагу на практичній значущості математичних методів, чим і обумовлена **актуальність теми** дослідження.

Метою роботи є розкриття міжпредметних можливостей вищої та прикладної математики для усвідомлення студентами значущості математичних знань для життя і подальшої професійної діяльності [1].

Основні задачі судноводіння вирішуються навігаційними методами, сутність яких полягає в безперервній оцінці положення судна на місцевості і в визначенні вектора його швидкості, а основою процесу судноводіння є вимірювання навігаційних елементів, обробка та аналіз їх результатів.

У цьому процесі важливу роль відіграє людський фактор: високий рівень професійної компетентності судноводіїв, вміння на основі математичного аналізу навігаційної інформації оцінювати точність місця і ступінь навігаційної безпеки судна.

У контексті обговорення інтегративних задач, особливої уваги заслуговує задача аналізу шляху судна за допомогою навігаційної функції різниці відстаней на площині та сфері.

Навігаційними параметрами називаються - вимірювані для визначення місця судна напрямки і відстані або їх похідні (кути, різниця відстаней) до об'єктів з відомими координатами. Навігаційною ізолінією (рис.1) називається - геометричне місце точок, що відповідає постійному значенню навігаційного параметра [3].

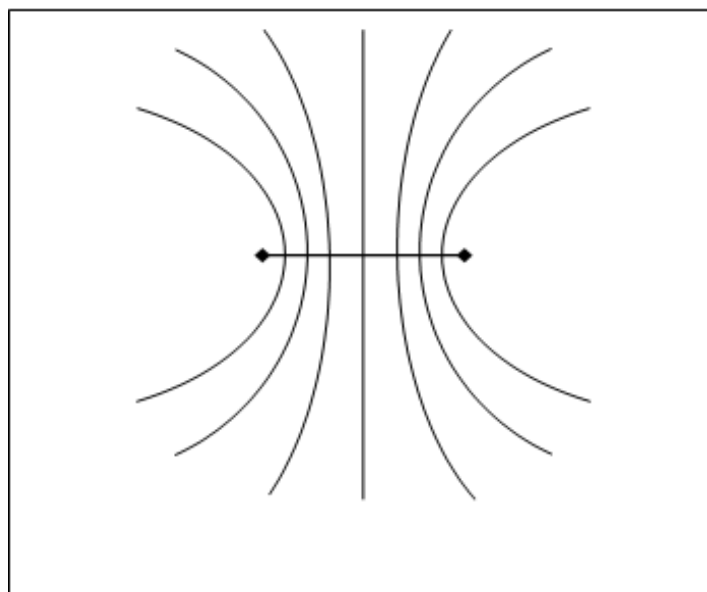


Рис.1 –Поле навігаційних ізоліній – гіпербол

Навігаційний параметр і функція різниці відстаней від судна до двох орієнтирів описують сімейство ізоліній, які називаються гіперболами. Функція використовується в якості геометричної основи різнично - віддалемірних радіонавігаційних систем. З математичної точки зору гіпербола - геометричне місце точок, різниця відстаней від кожної з яких до двох даних точок, які називаються фокусами, є постійною величиною [2]. У цих фокусах знаходяться

навігаційні орієнтири, до яких вимірюється різниця відстаней.

Розглянемо навігаційні орієнтири $A(x_A, y_A)$ та $B(x_B, y_B)$ (рис. 2).

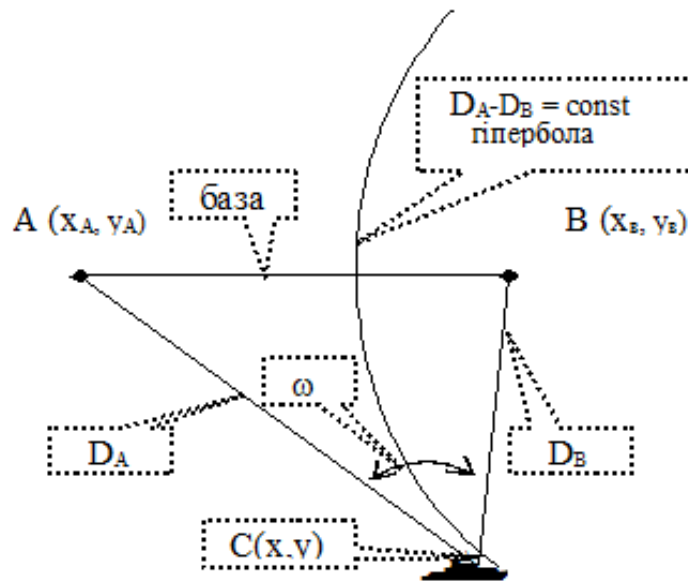


Рис.2 – Навігаційна функція різниці

З поточної точки $C(x, y)$ до них виміряна різниця відстаней $\Delta D = D_A - D_B$. Ця різниця відстаней постійна на ізолінії (гіперболі). Лінія, що з'єднує навігаційні орієнтири називається базою. З точки $C(x, y)$ база видна під кутом ω , який називається базовим кутом. Отже, функція відстані буде мати вигляд:

$$\begin{aligned} D_A &= \sqrt{(x - x_A)^2 + (y - y_A)^2} \\ D_B &= \sqrt{(x - x_B)^2 + (y - y_B)^2} \end{aligned} \quad (1)$$

Тоді навігаційна функція ΔD буде мати вигляд:

$$\Delta D = D_A - D_B \quad (2)$$

Формула для обчислення градієнта функції може бути представлена в векторній формі:

$$g_{\Delta D} = g_{D_A} - g_{D_B} = \begin{pmatrix} \cos \Pi_A - \cos \Pi_B \\ \sin \Pi_A - \sin \Pi_B \end{pmatrix} \quad (3)$$

Модуль розраховується за теоремою Піфагора:

$$\begin{aligned} g &= \sqrt{(\cos \Pi_A - \cos \Pi_B)^2 + (\sin \Pi_A - \sin \Pi_B)^2} = \sqrt{2[1 - \cos(\Pi_A - \Pi_B)]} = \\ &= 2\sqrt{\frac{1}{2}(1 - \cos \omega)} = 2\sin \frac{\omega}{2} \end{aligned} \quad (4)$$

Напрямок градієнта визначається формулою:

$$\tau = \text{arctg} \left(\frac{\sin \Pi_A - \sin \Pi_B}{\cos \Pi_A - \cos \Pi_B} \right) \quad (5)$$

Аналіз (4) показує, що при видаленні від бази модуль градієнта різниці відстаней зменшується.

У наведеній задачі інтегруються елементи вищої та прикладної математики з практичними задачами судноводіння.

Висновок. Наведений приклад навігаційної функції розкриває міжпредметні можливості вищої та прикладної математики, що підсилює мотивацію студентів до вивчення цієї дисципліни.

Л і т е р а т у р а

1. Джежуль Т.С. Лабораторні роботи міжпредметного змісту як засіб розкриття прикладної спрямованості математичних знань майбутніх судноводіїв //Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»,2013 – Вип. 27 – С.43-46.

2. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Гіпербола_\(математика\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Гіпербола_(математика)).

3. <https://studfile.net/preview/1853282/>

ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В НАВЧАННІ АНГЛІЙСЬКОЇ МОВИ В ДУНАЙСЬКОМУ ІНСТИТУТІ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ «ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ»

Кулік О.О. – студент, kulik777@ukr.net

Тихонова І.Ю. – старший викладач, ilonatihonova777@gmail.com

*Дунайський інститут Національного університету
«Одеська морська академія»*

Актуальність дослідження зумовлена тим, що на сучасному етапі реформування та модернізації української освіти особливо актуальним є питання необхідності вдосконалення якості навчання іноземних мов майбутніх фахівців морської галузі. Інтеграція України у європейську спільноту потребує високого рівня викладання іноземних мов із застосуванням новітніх технологій.

Метою роботи є довести необхідність використання інноваційних технологій в навчанні англійської мови професійного спрямування у вищих навчальних закладах морського профілю. Отже можна визначити використання інноваційних технологій як провідний напрямок у процесі реформування освіти. Сучасному викладачеві доцільно мати в своєму арсеналі новітні методи викладання, спеціальні навчальні техніки та підходи, щоб раціонально підібрати той чи інший метод викладання відповідно до рівня знань, потреб та інтересів курсантів. Методи навчання не є простими алгоритмізованими одиницями, їх оптимальне та вмотивоване використання на заняттях з іноземної мови вимагає

креативного підходу з боку викладача [1, с. 76]. Наразі неможливо уявити процес якісної мовної підготовки курсантів без використання сучасних інноваційних освітніх технологій. Сучасні інноваційні технології в освіті – це використання інформаційних та комунікаційних технологій у навчанні, проектна робота в навчанні, робота з навчальними комп'ютерними й мультимедійними програмами, дистанційні технології в навчанні іноземних мов, створення презентацій у програмному середовищі, використання ресурсів всесвітньої мережі Інтернет. Важливим засобом інноваційного навчання є також використання мультимедійного комплексу (МК) у складі інтерактивної дошки, персонального комп'ютера й мультимедійного проектора. Такий комплекс поєднує всі переваги сучасних комп'ютерних технологій і виводить процес навчання на якісно новий рівень. Завдяки наочності й інтерактивності МК дозволяє викладачу залучити весь клас до активної роботи [3, с. 81]. Для досягнення комунікативної компетенції – комунікативних вмінь, сформованих на основі мовних знань, навичок і вмінь – викладач іноземної мови використовує новітні методи навчання, що поєднують комунікативні та пізнавальні цілі. Інноваційні методи навчання іноземних мов, які базуються на гуманістичному підході, спрямовані на розвиток і самовдосконалення особистості, на розкриття її резервних можливостей і творчого потенціалу. На практиці досить ефективними виявилися такі форми роботи: індивідуальна, парна, групова й робота в команді. Найбільш ефективними є такі форми парної та групової роботи: внутрішні (зовнішні) кола (inside/outside circles); мозковий штурм (brain storm); читання зигзагом (jigsaw reading); обмін думками (think-pair-share); парні інтерв'ю (pair-interviews) та інші [2, с. 3].

Висновок. В результаті проведеного аналізу визначено, що навчання іноземних мов буде ефективним саме завдяки комплексному застосуванню засобів новітніх інноваційних технологій та залежить від здатності викладача застосовувати гуманістичний підхід до навчання, від розуміння необхідності відмовитися від авторитарного методу викладання.

Л і т е р а т у р а

1. Традиції та інновації в методиці навчання іноземних мов/Навчальний посібник для студентів та вчителів за ред. М.К. Колкової. - 2017. 267 с.
2. Коваленко О. Концептуальні зміни у викладанні іноземних мов у контексті трансформації іншомовної освіти/О. Коваленко /Іноземні мови в навчальних закладах. - Педагогічна преса, 2018. с.3-7.
3. Клевцова Н.И. Методико-дидактические принципы создания и использования мультимедийных учебных презентаций в обучении иностранному языку/Н.И. Клевцова.- Курск, 2018. 178 с.

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА СУДНАХ

Острове́рхов В.В. – магістрант, ostroverkhovvladimir@gmail.com

Давидов В.С. – к.т.н., доцент, vladimir.s.davydov@gmail.com

*Київський інститут водного транспорту імені гетьмана Петра
Конашевича-Сагайдачного Державного університету інфраструктури
та технологій*

Актуальність теми. Згідно статистики половину експлуатаційного часу судно працює в несприятливих гідрометеорологічних умовах, у результаті чого його швидкість знижується на 10-15%, як наслідок проявляються економічні втрати. Значний відсоток гибелі суден пов'язаний саме з несприятливими погодними умовами. Важливість такого фактору для навігації суден, як гідрометеорологічні чинники, змушує шукати більш сучасні і оперативні засоби забезпечення суден необхідною інформацією.

Метою дослідження є аналіз переваг і недоліків сучасних систем забезпечення суден метеорологічною інформацією. Розгляд перспектив та можливості використання новітніх інформаційних технологій для вирішення поставленої проблеми. Доведення необхідності використання сучасних систем забезпечення суден метеорологічною інформацією.

Виклад основних матеріалів дослідження. Стрімкий розвиток інформаційних технологій та систем значно підвищує ефективність та безпеку експлуатації суден та в той же час знижує навантаження на судноводія, особливо в несприятливих умовах плавання.

Згідно Резолюції ІМО А.893(21) «Рекомендації щодо планування маршруту плавання» та вимог Міжнародної конвенції з охорони людського життя на морі 1974 року, одним з основних факторів, які необхідно враховувати при плануванні маршруту судна, є аналіз гідрометеорологічних і кліматичних умов в певному районі.

Початковими джерелами інформації про погоду на етапі планування маршруту судна є лоції, факсимільні карти, а також повідомлення NAVTEX та NAVAREA. В останні роки завдяки розвитку інформаційних технологій для цілей судноводіння з'явилися системи метеорологічного забезпечення суден. Більшість з них працюють на базі персонального комп'ютеру, що робить їх доступними для використання будь-яким судноводієм.

На сьогодні найбільш відомим та перспективним програмними утилітами гідрометеорологічного забезпечення суден є AMI (USA), SPOS, WRI Inc. і VAISALA.

Оперативна інформація про погоду та стан поверхні моря є важливим фактором нормального функціонування судноплавства. Головними перевагами використання сучасних систем гідрометеорологічного забезпечення суден є регулярне періодичне оновлення погодної інформації на заданий проміжок часу, автоматичний моніторинг руху судна та корегування маршруту, відповідно до умов у певному районі. Основною метеорологічною інформацією, яку можна отримати за допомогою таких систем, є атмосферний тиск, швидкість та напрямок вітру, стан поверхні морської води, напрям та швидкість течії, температура повітря та морської води, стан видимості та хмарності для кожного району світового океану.

Перевагами використання систем є зменшення часу переходу судна завдяки слідуванню районами з більш сприятливими умовами плавання, що в свою чергу дає і позитивні економічні показники, а головне підвищує безпеку судна та екіпажу. До переваг також відносять наступні фактори: зменшення використання пального та мастильних матеріалів, зменшення ризику пошкодження судна та вантажів, зменшення страхових витрат, збільшення строку служби судна.

Основним недоліком служб метеорологічного забезпечення є те, що в наш час це повністю комерційні організації і за використання інформації та програмного забезпечення необхідно сплачувати кошти на контрактній основі.

Зараз розвиваються системи збору, автоматичного аналізу та прогнозування метеорологічної інформації безпосередньо на борту судна. Використання подібних технологій, на мою думку, дозволить ще точніше оцінювати та передбачати погодні умови у будь-якому районі світового океану та підвищити ефективність, точність, та надійність метеорологічної інформації, якою забезпечуються сучасні судна.

Висновок. На підставі викладеного можна зробити висновок про необхідність використання сучасних систем забезпечення суден метеорологічною інформацією для підвищення безпеки навігації та про необхідність розвиток заданого напрямку у майбутньому. Оснащення обладнанням такого типу значно підвищить безпеку судна та екіпажу та дозволить зменшити економічні втрати спричинені несприятливими погодними умовами.

Л і т е р а т у р а

1. GUIDELINES FOR VOYAGE PLANNING. Резолюція ІМО А.893(21), 1999.
2. Забезпечення навігаційної безпеки плавання: В.Г. Алексишин, Л.А. Козирь, С.В. Симоненко. – Одеса: Фенікс, 2009.

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ НАВІГАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СУДНОПЛАВСТВА

Ожог О.М. – студент, o_butok@ukr.net
Войченко Т.О. – к.е.н., доцент, larino@i.ua

*Київський інститут водного транспорту
імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження. Навігаційна безпека плавання багато в чому залежить від своєчасності та обґрунтованості управлінських рішень, які приймаються капітаном або його вахтовим помічником під час несення ходової вахти, заснованих на оперативному отриманні повної та достовірної інформації. Однак недолік або надлишок такої інформації в екстремальних ситуаціях призводить до неправильних дій з негативними наслідками. При нестачі інформації складається ситуація невизначеності, яка не сприяє прийняттю вірного рішення. У разі надлишку інформації судноводієві стає досить важко виділити в ній головне, відсіяти несуттєве, виявити основні взаємозв'язки і вжити адекватних заходів. Таким чином, виникають протиріччя між кількістю і якістю одержуваних даних, способах їх обробки, відображення, зберігання і використання в інтересах безпеки судноводіння. Все це викликає необхідність проведення спеціальних досліджень, які кількісно та якісно допоможуть знайти оптимальний вихід.

Мета роботи. Розглядаються питання комплексного використання нових технологій в судноводінні - супутникові системи різного призначення і засоби відображення різномірної інформації на основі геоінформаційних систем, які знижують ризик «людського фактора» при виробленні управлінських рішень.

Основні матеріали дослідження. Відповісти на поставлене запитання можливо за рахунок комплексного використання нових технологій в судноводінні: супутникових систем різного призначення і засобів відображення різномірної інформації на основі геоінформаційних систем (ГІС), під якими розуміється сукупність комп'ютерного обладнання, програмного забезпечення, географічних даних і довільного проектування користувачем ходу робіт для накопичення, зберігання, видозміни, обробки, аналізу і візуалізації всіх форм інформації [1].

Як відомо [2], основою будь-якої ГІС є цифрова карта. Система дозволяє

створювати карти в різних масштабах і проекціях з різним забарвленням, визначати просторові зв'язки між об'єктами карти, тобто отримувати будь-яку потрібну географічну картину, що задовольняє вимогам споживача. Таким чином, головне призначення ГІС - оперативне подання користувачеві достовірної та обробленої просторово-розподіленої інформації, необхідної для вирішення управлінських завдань, що робить її незамінним аналітичним інструментом в повсякденних і особливо в екстремальних умовах. Успішність функціонування ГІС переважно зумовлена дотриманням таких основних вимог, що пред'являються до них. Система повинна бути: - повної, тобто охоплювати всі сторони інформаційного, програмного та технологічного забезпечення, які зустрічаються в процесі експлуатації системи; - комплексної, тобто мати можливість спільного аналізу великих груп параметрів в їх взаємозв'язку; - відкритої, тобто забезпечувати легкість модифікації і переналаштування з метою підтримки її на належному рівні, що необхідно як для забезпечення еволюційності, так і для вирішення різноманітних завдань; - захищеною, тобто забезпечувати захист інформації, призначеної для різних рівнів управління. До додаткових вимог ГІС слід віднести: - створення і ведення баз просторово-розподілених даних; - створення і редагування цифрових карт в різних проекціях і масштабах; - відображення різних даних у вигляді карт, графіків, діаграм і т.п.; - аналіз картірованих даних; - вимірювання геометричних характеристик природних об'єктів, відстаней від географічних точок до районів з тими чи іншими умовами і т. д.; - зміна масштабів відображення, форм і вигляду представлення графічної і картірованої інформації; - прив'язка інформації з баз даних (БД) до географічних об'єктів на цифрових картах; - інтерполяція і побудова векторних і скалярних полів за інформацією з БД; - виконання запитів на різноманітні вибірки з БД; на відображення і просторовий аналіз картірованих даних (за параметрами, періодами часу, районам і т.д.); - документування інформаційної продукції; - застосування додатків для виконання спеціальних видів обробки, зберігання інформації та ін. Однією з найскладніших проблем в ГІС-технології є оперативний збір і зберігання вихідних даних, відзняття яких є трудомісткий і дорогий процес. В даний час найбільшого поширення в якості основи для створення цифрових карт отримали традиційні морські та річкові паперові навігаційні карти. Однак при їх відсутності або при необхідності отримати оперативну інформацію великого просторового охоплення за доцільне використовувати дистанційні засоби. Особлива роль тут відводиться супутникової інформації в ГІС, де результати дистанційного зондування поверхні Землі (океану) з космосу є регулярно оновлюваними джерелами даних, необхідних для формування інформаційних шарів електронних карт в широкому спектрі масштабів (від 1:10000 до 1:10000000) [3]. Інформація ж від дистанційних

засобів зондування дозволяє не тільки оперативно оцінювати, але головним чином виробляти оновлення і коректуру використовуваних графічних шарів з точною прив'язкою об'єктів на них до географічної системи координат. З урахуванням викладеного, для формування графічних шарів може бути корисною комплексна інформація від наступних супутникових систем: - навігаційних (ГЛОНАСС, GPS, Galileo, ГЛОНАСС + GPS + Galileo); - освітлення обстановки; - океанографічної; - метеорологічної; - топогеодезичної і ін. При цьому для здійснення зв'язку між суднами та командуванням різного рівня передбачається використання супутників-ретрансляторів.

Довести її переваги перед існуючими підходами забезпечення навігаційної безпеки плавання, заснованими на використанні тільки електронної карти і супутникової навігаційної системи, представляється можливим, використовуючи метод порівняльної оцінки ефективності [4]. Для порівняльної оцінки ефективності запропонованої технології можна порівняти її з діючими підходами: - без використання електронних карт; - із застосуванням (для відображення заданого маршруту руху і відображення необхідної інформації для забезпечення безпеки плавання) електронних картографічних навігаційно-інформаційних систем (ЕКНІС). Основним засобом визначення місця судна в даний час є супутникові навігаційні системи другого покоління: GPS (США) і СНС ГЛОНАСС (Росія) та їх функціональні доповнення.

Висновки. Інтеграція комплексної супутникової інформації та ГІС відкриває принципово нові можливості в забезпеченні навігаційної безпеки судноводіння. Нова технологія має наступні переваги, які виводять її в лідери за рахунок: - комплексності інформації; - оперативності її отримання та подання до компактному вигляді; - наочності подання; - можливості аналізу сукупної різномірної інформації і вироблення обґрунтованих управлінських рішень. Застосування супутникових і ГІС-технологій в деякій мірі нівелює професійний досвід і знання членів ходової вахти. Тим самим знижується ризик «людського фактора» від неправильно прийнятого рішення і створюються значні передумови для автоматизації процесу судноводіння.

Л і т е р а т у р а

1. Тикунов В.С. Моделирование в картографии. – М.: изд-во МГУ, 1997. – 405 с.
2. Каретников В. В. Методы построения радионавигационных полей для информационного обеспечения автоматизированных систем управления движением судов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.06 / В. В. Каретников. - СПб., 2011. - 333 с.
3. МАМС: Руководство по навигационному оборудованию (NAVGUIDE). – СПб.: ГУНиО МО РФ, 2001. – 172 с.
4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Наука, 1988. – 480 с.

ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ МОРСЬКОЇ ОСВІТИ

Пею І.В. – студент, loz45088@gmail.com

Байрамова О.В. – к.ф.н., в.о. зав. кафедри, bairamova3456@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена глобальною тенденцією загострення екологічних проблем у світі. Шлях до високої екологічної культури лежить через ефективну екологічну освіту [1]. Особливої уваги потребують питання розвитку екологічної освіти у морських закладах вищої освіти. Сьогодні у зв'язку з необхідністю реалізації екологічних принципів у галузі морської діяльності особливої актуальності набуває екологічна освіта майбутніх моряків, оскільки від сформованості екологічної компетентності фахівців морського флоту безпосередньо залежить збереження стану Світового океану, захист його від забруднення.

Метою дослідження є аналіз особливостей реалізації екологічної освіти в процесі підготовки висококваліфікованого фахівця морського флоту.

Морський торговельний флот є однією з найбільш розвинених галузей світової економіки. Специфіка роботи на суднах у морі потребує постійного їх оновлення новим сучасним технічним обладнанням, поліпшення якості фахової підготовки морських фахівців на основі навчання моряків компетентно здійснювати професійну діяльність, дотримуючись вимог Міжнародної Морської Організації (ІМО), Конвенції ПДНВ 78/95 з Манільськими поправками 2010 року. Глибоким опануванням екологічних знань, формуванням екологічного мислення, свідомості та культури мають бути охоплені всі студенти морських закладів вищої освіти.

У морській галузі розвиток техніки з урахуванням нових екологічних вимог забезпечується International Maritime Organization (ІМО) - агентством ООН, що координує міжнародне судноплавство і захист морського середовища. Безпосередньо з питань захисту морського середовища працює спеціалізований комітет ІМО – Marine Environment Protection Committee (МЕРС).

Формування екологічної культури студентів морських ЗВО передбачає не тільки озброєння їх знанням змісту міжнародних конвенцій з охорони навколишнього середовища та запобігання забруднення моря, але й створення особливого внутрішнього світу, екологічно відповідального світогляду та поведінки. Екологізація морської освіти розглядається як важлива сучасна тенденція в освітній системі. Вона передбачає реалізацію принципів

міждисциплінарності, інтегративності, системності, науковості, послідовності. У морських ЗВО необхідно створити таку екологічно-орієнтовану освітню платформу, яка буде зорієнтована на взаємозв'язок професійної підготовки курсантів з конкретними завданнями науково-технічного прогресу.

Однією з вимог реалізації екологічно-орієнтованих освітніх стратегій є стимулювання проведення міждисциплінарних науково-дослідницьких пошуків еконапряму, проведення заходів із презентації екологічних проектів, участь у роботі міжнародних екологічних організацій (Global Nest, World Society for the Protection of Animals, World Wide Fund for Nature, European Environment Agency)[2].

Дієвий механізм з введення екологічних знань в навчальний процес, пробудження зацікавленості студентів до екологічних знань, формування екологічної освіченості, активної життєвої позиції, екологічної культури, вихід студентів на рівень свідомого відношення та особистої відповідальності за навколишнє середовище [3].

Доцільним буде налагодження між морськими закладами вищої освіти України, освітніми закладами Європи і США стійких зв'язків та обмін досвідом, поширення кращих позитивних навчальних практик щодо екологічної освіти й виховання, створення системи інформаційних, тренінгових центрів, сумісних нових проектів, проведення науково-практичних конференцій із запрошенням до участі здобувачів вищої освіти.

Таким чином, створення екологічного освітнього середовища дозволить поліпшити не тільки якість професійної підготовки, але й підвищити ефективність розвитку сучасного морського ЗВО, для якого збалансований, екологічно безпечний (гармонійний) розвиток повинен бути базисною, вихідною ідеєю, основою екологічної освіти згідно з міжнародними вимогами.

Л і т е р а т у р а

1. Андрущенко В.П. Екологічна політика і освіта: проблеми становлення. Роздуми про освіту : статті, нариси, інтерв'ю. Київ, 2004. С. 253–258.

2. Байрамова О.В. Екологічна освіта моряків як умова забезпечення сталого розвитку людства. Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions: Collective monograph. Riga : Izdevniecība "Baltija Publishing", 2020. P.1-18.

3. Даниленкова В.А. Интерактивные методы обучения в экологической образовательной среде морского технического вуза. Молодой ученый. 2015. № 2. С. 510–513.

ПСИХОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ "ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР" БЖД

Ротар В.В. – студент, aaaaa.legko@gmail.com

Урум Н.С. – к.пед.н., доцент, nataliiaurum@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Статистика свідчить, що до 70% всіх аварій відбувається через помилки і прорахунки людей, які характеризуються загальним поняттям - впливом «людського фактора».

Під "людським фактором" слід розуміти можливості і здібності людини з приймання, обробки інформації та прийняття рішень при різних умовах плавання.

Актуальність дослідження. Багато небажаних подій та аварій на морі пов'язані з психофізичними особливостями людей, навмисним порушенням діючих правил та інструкцій по причині самовпевненості і впертості. Часто це пов'язано з "особистісним" фактором.

У чисельних дослідженнях вчених було доведено:

1. У здорової та навченої людини не може бути таких якостей, які робили б її схильною до скоєння помилок.

2. Недоліки деяких вроджених якостей можуть компенсуватися іншими позитивними якостями, виробленими в процесі навчання і виховання.

3. Існують окремі види діяльності де безпомилково і безпечно працювати може далеко не кожен, для успішного заняття такою діяльністю необхідно володіти комплексом певних якостей.

10 основних людських помилок пов'язаних з аваріями:

- рішення, прийняте на підставі недостатньо повної інформації;
- рішення, несумісне з розсудливим судноплаванням;
- недостатні загальнотехнічні знання;
- недостатні знання можливостей свого судна, обладнання та систем управління;
- погані стандарти, правила, політика судноплавної компанії;
- незадовільна зв'язок або координація дій;
- неуважність, втома, перевантаження;
- неврахування вимог ергономіки. Відсутність стандартизації в обладнанні;
- незадовільний технічний обслуговування;
- небезпека природних умов.

Доречно також розглянути визначення найбільш поширених термінів при описі діяльності операторів й прийнятті рішень.

Метою роботи є обробка інформації. Ухвалення рішення проводиться на підставі інформації, отриманої органами почуттів, про небезпечне судно, даних автоматизованих систем навігації про параметри його руху, зовнішніх умовах плавання і доповідей помічників.

Відчуття. Для того, щоб отримана інформація була сприйнята людиною, вона повинна викликати реакцію органів почуття.

Сприйняття. Той факт, що звуковий або зоровий сигнал передається до мозку, ще не означає однозначного сприйняття мозком цього повідомлення.

Увага. Вхідні повідомлення надходять нерегулярно і через різні рецептори, що може розосереджувати увагу при прийнятті рішення.

Рішення - вибір пріоритетних дій на підставі наявної інформації. Коли інформація оброблена, людина приймає рішення і приступає до його реалізації.

Дія. Цей етап - кінцева частина процесу обробки інформації. У деяких випадках є джерелом помилок.

Візуальні ілюзії. Інформацію, яку людина отримує за допомогою зору, мозок інтерпретує неправильно. В результаті візуальної ілюзії предмети і відстань значно відрізняються від реальних.

Помилкове припущення. Таке рішення зустрічається у чотирьох типових ситуаціях:

- а) коли дуже велика ступінь впевненості при нестачі інформації;
- б) коли припущення служить основою прийняття рішення, всупереч цінної інформації;
- в) коли відбувається розосередження уваги, людина може ігнорувати основну інформацію, висунути помилкове припущення, на його підставі прийняти рішення;
- г) після періоду сильної концентрації уваги.

Звички. Якщо оператор часто виконував певним чином будь-які дії в минулому, то ймовірно їх виконання у сьогоденні.

Стрес. Це результат впливу навколишнього середовища на людину, при якому вона втрачає нормальний стан. Розрізняють три види стресу:

- фізичний, який визначається впливом шкідливих чинників довкілля;
- фізіологічний, який визначається безсонням, розладами нервової системи, нерегулярним харчуванням та інших факторів;
- психологічний - страх, соціальний тиск і інше.

Втома. Є природною фізіологічною реакцією організму на виконувану роботу.

Симптомами стомлення є підвищена дратівливість, ірраціональна поведінка і скарги на дискомфорт, що призводить до погіршення здатності людини до виконання поставлених перед нею завдань. Розрізняють такі види втоми:

- короткочасне;
- кумулятивне;
- хронічне.

Умовою для запобігання аварій на перший план виступають професійна готовність і компетентність екіпажу.

Професійна готовність - системна якість, що складається з навичок і умінь, можливості організму адаптуватися до впливу несприятливих фізичних факторів рейсу і здатності психіки адекватно реагувати на особливості морської праці [1],

У невідготовлених людей в екстремальних ситуаціях виникають неадекватні реакції. У спеціально підготовленої людини цього не відбувається, вона здатна до вольового придушення емоцій, а також їх причин.

Висновок: Навіть без спеціальних досліджень очевидно, що для морського офіцера важливі такі якості, як хороша пам'ять, уважність, самовладання, почуття відповідальності, швидка реакція, рішучість і воля, вміння у короткі терміни розібратися в складній обстановці і прийняти правильне рішення. Людина з таким набором якостей не народжується, ці якості повинні формуватися у процесі професійної підготовки і набувати сталий, а не випадковий характер. І те, що часто сьогодні називають безвідповідальністю, низькою стійкістю до стресів і т.д., має психологічне коріння і посилюється самою специфікою професійної діяльності на флоті, коли екіпаж судна довгий час знаходиться у замкнутому просторі, при постійних психічних і фізичних навантаженнях, у випадково сформованому колективі, в строго регламентованих умовах суднового життя.

Сьогодні, на мій погляд, настав час морським організаціям і навчальним закладам, які займаються підготовкою та перепідготовкою морських фахівців, звернути серйозну увагу на виховання у них відповідних професійним вимогам особистісних властивостей і психологічних якостей.

Очевидно, підхід до підбору кадрів повинен отримати подальший розвиток у морській галузі та, в першу чергу, в морських навчальних закладах, де здійснюється підготовка та перепідготовка морських фахівців і є відповідні кадри в області психології, соціології, медицини і досвідчених моряків.

Л і т е р а т у р а

1. Бень А.П., Паламарчук І.В. Людський фактор при прийнятті рішень в судноводінні та шляхи зниження його впливу: Наукова стаття. - Херсон, 2015. - 9 с.
2. Топалов В.П., Торський В.Г. Людський фактор в судноплавстві: Навчальний посібник. - Одеса, 2015. - 244 с.

ПОРТОВЕ ГОСПОДАРСТВО ЯК БАЗА ДЛЯ РОЗБУДОВИ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА (НА ПРИКЛАДІ м. МИКОЛАЇВ): ІСТОРИЧНА РЕТРОСПЕКТИВА

Стріжак І.В. – студент, strizhak.ivan.dfmrt.18@gmail.com

Дорошева А.О. – к.і.н., dorosheva.21.12@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність дослідження зумовлена можливістю пошуку шляхів виходу з кризи сучасної української економіки у «перевіренних» історією нововведеннях.

Метою роботи є аналіз впливу наявної портової інфраструктури на благоустрій міста.

Збільшення обсягів імпорту зернової продукції Російською імперією наприкінці 60-х років XIX ст. підштовхнуло міський уряд Миколаєва клопотати про виділення капіталів на розширення порту, поглиблення суднохідних каналів та заощення вулиць. 18 грудня 1879 р. Державна Рада Російської імперії надає дозвіл містам Миколаєву, Таганрогу, Маріуполю, Бердянську та Севастополю стягувати попудний півкопієчний податок зі всіх товарів (крім лісу), що вивозились за кордон. Остаточне впровадження цього збору у Миколаєві відбулося у 1880 р. [1, с.121]. Кошти, зібрані з кожного пуду вантажу, що проходив через Миколаївський порт, надходили до міського бюджету та сприяли піднесенню міста. За шість років до цього, у 1874 р. було прийнято рішення про стягування податку на користь міста за використання комерційної пристані. Вже у 1874 р. на користь міста поступило зборів з товарів, вивезених з Миколаївського порту за кордон, на загальну суму 29.937 крб. (або 16 % від загальної суми міських прибутків), у тому числі зборів за вантаж товарів через пристань – 13.103 крб. Прибутки від півкопієчного збору були значними. В 1882 р. вони становили 73.024 крб. Якщо врахувати, що в середньому прибутки міста наприкінці 70-х – початку 80-х рр. XIX ст. становили 300 тис., то це складає ¼ частину загальних надходжень до міської казни. В цілому ж, прибутки міста протягом 60-70-х рр. XIX ст. збільшились майже в 8 разів.

Отримані з портових операцій гроші мали величезне значення для благоустрою міста. З 1880 по 1889 рр. від попудного збору на рахунок міста було перераховано більше, ніж 1 млн. крб. Ці гроші, переважно були витрачені на заощення портових та припортових районів, центральних вулиць, з метою з'єднання їх з портом, пристанню та іншими районами міста [2, с.20]. В 1882 р. з сум, отриманих від півкопієчного збору (97.299 крб.), 1.286 крб. було витрачено

на закупівлю матеріалів для ремонту старої комерційної пристані, 237 крб. – на замощення Нової Пристані, 527 крб. – на замощення Ковальської вулиці, 300 крб. – Міщанської вулиці тощо. В цілому, на ремонт пристані було відпущено – 10.736 крб., на замощення вулиць – 86.652 крб. Всього за період з 1881 р. по 1887 р. на ремонтні роботи з півкопйєчного збору у Миколаєві було асигновано 557.609 крб.

Прибутки за рахунок зборів з міських комерційних пристаней становили 147.745 крб. – у 1884 р., 141.934 крб. – у 1885 р., 125.932 крб. – у 1886 р. Існувала також ціла низка податків, що збиралися портовою митницею на користь міста. Це збори за причал суден, за завантаження, розвантаження та якірні. В 1887 р. загальна сума названих зборів становила 69.386 крб. (в 1883 р. – 21.910 крб.).

В 1890-х рр. відбувається подальший розвиток Миколаївського торгового порту. Будівництво нових залізниць дало можливість залучити до торгового простору Миколаєва північний, центральний та східний регіони України. На початку ХХ ст. Миколаївський порт був одним з найбільших на Чорному морі з вивозу хліба, руди та вугілля. Серед іноземних партнерів найчастіше до Миколаївського порту заходили англійські, грецькі та норвезькі судна. Експорт пшениці через Миколаївський порт був більшим ніж через Одеський. На Миколаїв припадало 30 % вивозу хлібу через чорноморські порти. Це було пов'язано з наявністю розвинутої системи спеціалізованої інфраструктури: велика причальна система, багато складських приміщень, підведена залізниця, плавучі елеватори тощо, про втілення та розбудову яких передусім турбувалися органи міського самоврядування.

У 1894 р. Бельгійське акціонерне підприємство – «Анонімне товариство корабельних верфей, майстерень й ливарень в Миколаєві», розпочинає роботу по устрою корабельної верфі та механічних майстерень в Миколаївському порту. Це товариство підпорядковувалось діючим законам Російської імперії та сплачувало всі податки передбачені для такого роду підприємств [3, с.66]. В 1897 р. товариству вдалося запустити механічний завод в Миколаєві («Наваль» або Французький завод).

Відкриття заводу дало місту великі прибутки та нові робочі місця. Так, в 1898 р. на підприємстві працювало близько 2,5 тис. чоловік, з них 0,1 – іноземці. На початковому етапі діяльності 1896-1897 рр. завод дав прибутку 427.449 франків, тоді як замовлень на виконання було на 9 млн. франків. Прибутки за 1897, 1898 рр. становили вже 1.239.245 франків, а сума замовлень складала 18 млн. франків [4, с.127].

Збільшення міських прибутків за рахунок оподаткування товарів, що вивозились через Миколаївський порт та збору грошей за інші портові послуги, дозволило більше уваги приділяти благоустрою міста. На початок ХХ ст. було

забруковано більшість вулиць і тротуарів, встановлено понад тисячі газових та електричних ліхтарів. Збільшилась кількість кам'яних та багатоповерхових будинків. В 1897 р. бельгійська компанія завершила будівництво кінної залізниці, яка з'єднувала окремі райони міста. Торговельно-промисловий розвиток міста спричинив збільшення мешканців Миколаєва з 43 тис. чол. у 1863 р. до 92 тис. у 1897 р.

Висновок. Наявність функціонального порту давала цілу низку переваг для міста. Прибутки, отримані від портових операцій, створювали можливість покращити зовнішній вигляд міста, налагодити необхідну систему комунікацій та збільшити соціальну допомогу населенню.

Л і т е р а т у р а

1. Адреса высших Правительственных учреждений в Империи // Новороссийский календарь на 1873 год. – Одесса, 1873. – С. 113 - 121.

2. Москаль Г. Г. Інститут тимчасового генерал-губернатора в Україні у кінці XIX – початку XX ст. : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. юрид. наук : спец. 12.00.01 «Теорія та історія держави і права; історія політичних і правових вчень» / Г. Г. Москаль. - Харків, 2002. – 19 с.

3. Морякова О. В. Система местного управления России при Николае I / Оксана Владимировна Морякова. – М.: Издательство Московского ун-та, 1998. – 271 с.

4. Степаненко В. В. Вплив іноземного капіталу на суднобудівну галузь промисловості Миколаєва (кінець XIX – початок XX ст.) / В. В. Степаненко // Записки історичного факультету Одеського державного університету ім. І. І. Мечникова. – 1999. – Вип. 9. – С. 124 – 132.

АНАЛІЗ БЕЗПЕКИ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗЕКІПАЖНОГО СУДНА

Стороженко А.А. – магістрант, artyom.storozhenko2604@gmail.com

Чередник В.М. – к.т.н., доцент, cherednik_84@ukr.net

Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність досліджень. Сьогодні роботи та комп'ютерні технології все активніше впроваджуються в реальний світ, без уваги не залишилася і морська індустрія. У наш час стрімкого розвитку технологій безпілотні суду перестають бути фантастикою. Про актуальність і реалістичність цієї теми свідчать наступні дані згідно зібраних «тестових зразків», такі як [1]:

- 65-метровий паром «Stella» компанії «Finferries», який працює в Балтійському морі.

- Безпілотник «Yara Birkeland» від компаній «Kongsberg» і «Yara», який працює на електриці.

- Компанія «Nippon Yusen», яка займається розробкою «автопілота» для вантажного флоту вже винайшла систему, яка аналізує усі зовнішні фактори та може змусити судно маневрувати з метою запобігання зіткненню. «Nippon Yusen» планують побудувати відразу кілька сотень автономних суден.

- Компанія «Rolls-Royce Holdings», яка розробляє системи судноплавства для забезпечення автономності суден торгового флоту прогнозує, що з плином часу чисельність людей на борту судна буде поступово знижуватися, а повністю безпілотні судна вийдуть на ринок вже до 2025 року.

- Технології добралися і до військових суден. Судно «Sea Hunter» спустили на воду в США, судно призначене для самостійного патрулювання та було побудовано компанією «Vigor Industrial» в Портленді

Всі перераховані вище судна поки що знаходяться на етапі тестування, тому на борту ще присутній мінімальну кількість екіпажу, який стежить за справною роботою системи. У разі успішних випробувань планується перенести центральний пост управління повністю на берег і запустити ці судна без екіпажу.

Основні переваги безпілотного флоту: безпека професії для моряків, скорочення операційних витрат до 90%, безпілотники покривають дефіцит висококваліфікованих кадрів в морській індустрії.

Переваги мінімальної кількості екіпажу на борту напівавтоматизованого судна: зникне проблема з нестачею офіцерів; знизяться операційні витрати; зменшиться небезпека аварійних випадків від безпілотних суден; буде неможливо здійснити захоплення судна дистанційно.

Мета роботи. В теорії повністю автоматизоване судно повинно знизити кількість аварій та збитків від них, але чи так це? Нашим завданням є розібратися, безпечна та чи виправдана ця інновація з точки зору навігації і зв'язку.

Результати дослідження. За даними страхової компанії «Allianz», в рік судовласники втрачають близько 40-50 суден. Причиною аварій в основному є людський фактор, від 75% до 96% аварій відбуваються через помилки людини, здавалося б, безпілотне судно повністю вирішить цю проблему, але не все так просто.

Одна з проблем - це зв'язок, адже для контролю безпілотного флоту потрібна можливість обмінюватися великими обсягами інформації. Єдиний глобальний інструмент для цього на сьогоднішній день - це супутниковий зв'язок, але її пропускну здатності недостатньо для обміну потрібною кількістю інформації, також супутниковий зв'язок не покриває багато судноплавні шляхи зовсім.

З проблеми зі зв'язком випливає наступна проблема - це навігація. Проводилися випробування безпілотного судна на віддаленому від берега

відстані, в неробочі години, без пасажирів на борту та за відсутності поблизу інших суден. Але невідомо як поведе себе судно в реаліях судноплавства в складних гідрометеорологічних умовах, при наявності перешкод при проходженні радіосигналів, при високих швидкостях та відмовах навігаційного обладнання.

«Головна проблема - це невизначеність, якої цілком достатньо в судноводінні. За даними страхової компанії P&I Club UK, з вини вахтового помічника капітана відбувається 25% аварій, з вини лоцмана - 7%, а з вини вахтового механіка - 2% аварій» [2]. Така різниця через те, що на містку більшу кількість інформації передається з неточностями та невизначеностями через похибки навігаційних приладів.

«Європейське співтовариство з аналізу достовірності даних AIS, одержуваних з суден в 2019-2020 роках, піддало аналізу 400059 повідомлень, при цьому 8% (32472 повідомлення) містили помилки та неточності в курсі, швидкості, координатах тощо" [3].

Дистанційне керування судном складно здійснити, так як оператор, який може знаходитися на іншому кінці планети, повинен використовувати інформацію з багатьма неточностями, а також запізненням. Також нерідко на судах виходять з ладу навігаційні прилади та трапляється «блок-аут», що є підвищеним ризиком для безпілотного флоту [4].

Висновок. Повністю автоматизовані суду занадто небезпечні. Я вважаю, що було б правильним обладнати судно ще більшою кількістю датчиків і сенсорів, розвивати та впроваджувати технології для обробки інформації, в слідстві чого можна скоротити кількість членів екіпажу та зробити роботу судна більш автоматизованою, але глобальні й відповідальні рішення повинен приймати чоловік, спираючись на інформацію, яку йому надали роботи і комп'ютери, та на свій досвід і розум.

Л і т е р а т у р а

1. <https://hightech.fm/2019/09/12/robots-sea>
2. <https://naked-science.ru/article/nakedscience/bespilotnyy-ocean-v-more>
3. <http://www.morvesti.ru/analitika/1689/81230/>
4. <https://sudostroenie.info/>

RT-FLEX ENGINE, ELECTRONIC ENGINE-CURRENT INNOVATION

Ivan Strizhak – student, ioanistrijak@gmail.com

Inna Riabchuk – assistant professor, innar1408@gmail.com

*Danube Faculty of Maritime and River Transport of State University
of Infrastructure and Technologies*

Relevance of the study deals with the fact that nowadays all shipowners are trying to find relevant solutions to current problems. One of these problems is solved by simplifying the design of the main engines, thereby reducing maintenance costs. The new system was introduced in 2001, and today the application of this system is widely used in ships of a new class. [1]

The objective of the study is to demonstrate the principle of operation of this system.

The common rail system, as the name suggest, is a system which is common for every cylinder or unit of the marine engine. Marine engines of the early times had a fuel system, wherein each unit had its own jerk pump and the oil pressure was supplied through the jerk pumps.

However, in common rail system all the cylinders or units are connected to the rail and the fuel pressure is accumulated in the same. The supplied fuel pressure is thus provided through the rail. A similar type of common rail system is also there for servo oil system for opening of the exhaust valves. [2]

Speaking about the fuel injection system, the common rail system was launched even before the jerk pumps, but was also not successful because of few drawbacks. However, because of some latest advancement in technology and electronics, the common rail system has gained popularity.

The common rail engines are also known as smokeless engines as fuel pressure required for combustion is same for all loads or rpm of the engine.

The common rail is employed in the following system:

1) for heated fuel oil at a pressure of 1000 bars.2) for servo oil for opening and closing of exhaust valves at a pressure of 200 bars.3) control oil for opening and closing of valve blocks at a pressure of 200 bars.4) compressed air for starting main engine.

Main Components of Common Rail System

High pressure pump

The common rail system consists of a high pressure pump which can be cam driven or electrical driven or both. Pressure requirement will be different for different system. For fuel oil the pressure are as high as 1000 bars, for servo and control oil the pressure

is about 200 bars. The high pressure pumps are driven by camshaft with three lobe cams. These pumps make several strokes with the help of three lobe cams and speed increasing speed gear.

For fuel oil and servo oil the pumps are engine driven and for control oil it is motor driven.

Rail unit- Fuel oil rail, the control oil rail, servo oil rail, Injection control unit (ICU), Valve control unit (VCU). This is provided after the pumps where the accumulated pressure from the pumps is provided to the rail which supplies them to each unit when required. This is located at the engine, stop platform and just below the cylinder cover. These rail units extend to full length of the engine. These are enclosed in the case and have access from the top for maintenance and overhauls.

Valve Block and ECS

This is required for the control of the flow of the fuel oil, servo oil, control oil and starting air from the rail to the cylinder. The valve block is operated by the electronic control which operates when it gets a signal indicating that this cylinder is at top dead centre (TDC) and fuel has to be injected and decides when exhaust valve has to be opened. With the help of electronics the injection can be controlled remotely from the computer. For e.g. if we want to cut off fuel to one of the unit, then we need to cut off the signal given from the control system so that the valve will not open.

The fuel oil system this block is known as ICU (Injection control Unit) and for exhaust valve it is known as VCU (Valve Control Unit). The control system for opening and closing of ICU and VCU is done by electro hydraulic control with which when the signal for open is present the valve for control oil opens and control oil pushes the valve of ICU and VCU to open. The signal for electronic control is given by crank angle sensor which senses about each cylinder and sends signal to system which decides whether to open a valve or close the valve.

The timing of the opening of the valve can also be controlled by the electronics, which means that if the signal is given to open the valve early it will open early and vice versa.

Advantages of Common Rail over Conventional Jerk Pump System

The following are the advantages of the common rail system:

- 1) Same injection pressure for the engine at all loads or rpm which is not possible in jerk pumps as the latter is dependent on the engine speed.
- 2) Injection timing can be varied during running of the engine, whereas in conventional system the engine has to be stopped and setting for timing has to be changed.
- 3) The design of common rail is simple as there are no individual fuel pumps and cams for each fuel pump are also removed.
- 4) The common rail gives smokeless operation whereas in conventional system smokeless operation is only during high rpm.
- 5) Reduced maintenance is required because of less number of pumps and increased efficient combustion time

between overhauls.6) With this system control of variable opening of exhaust valve can also be done which is not there in traditional system [3].

Conclusion

The RT-flex concept provides the fully operational basis for a wide future development. Distinct improvement will be possible simply by software development and thus could be easily retrofitted to existing RT-flex engines without hardware changes. For example, new patterns of fuel injection and exhaust valve operation could be introduced to optimise engine running for special ‘modes’ with priority given to lower NOX emissions, lower fuel consumption, or greater waste heat recovery. It would thus be possible for ships’ engineers to select their preference for their engine’s operating criteria to suit their ship’s prevailing requirements.

Another possibility for future RT-flex engines is to monitor their own condition and adjust key parameters automatically for the best engine performance.

L i t e r a t u r e

1. Sulzer RT-flex engine manual.
2. Wartsila - Sulzer RT-Flex96C and RTA 96C diesel engines - Technology Review.
3. Wartsila RT-flex35 - Description, common-rail system, technical data.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ В СУДНОБУДІВНОМУ КРЕСЛЕННІ

Терзіогло Д.В. – студент, obikai331@gmail.com

Рященко О.І. – старший викладач, oksanaivanovna561@gmail.com

*Дунайський факультет морського та річкового транспорту
Державного університету інфраструктури та технологій*

Актуальність теми зумовлена необхідністю швидко робити оцінку майбутньої конструкції, її вартості й складності, а також вдало обрати найбільш актуальну систему автоматизованого проектування. Застосування цифрових прототипів для конструювання, візуалізації і тестування продукції допомагає більш ефективно обмінюватися проектною інформацією, скорочувати кількість помилок, швидше виводити інноваційні вироби на ринок.

Метою роботи є вивчення можливостей використання САПР в суднобудівному кресленні та проектуванні.

Для суднобудівних компаній велику роль грають розроблені бази даних та бази знань, які містять стандартні фрагменти різних проектів для експлуатації та

ремонті суден. Завдяки ним дозволяється швидко оцінити тривалість і вартість судноремонту.[1]

Автоматизована система проектування (CAD) – система, яка виконує інформаційну технологію побудови конструктивних функцій і є організаційно-технічною системою, що призначена для автоматизації процесу проектування. Вона складається з персоналу та комплексу технічних, програмних та інших засобів автоматизації цієї діяльності.[2]

САПР, що використовують в суднобудуванні [3]:

- **ООО "Дарина"** – офіційний представник Autoship Systems;
- **SAPS** – САПР для суднобудування;
- **Rhythm-Ship** – це система, яка забезпечує технічну підготовку виробництва від проектування поверхні судна до видачі газового різання;
- **SeaSolution** – система, призначена для створення або згладжування суднової поверхні і робіт з листовими конструкціями (у тому числі і із зовнішньою обшивкою). "Sea Solution" – включає функції геометричного моделювання, об'єктно-орієнтовану базу даних, розрахункові і інтерфейсні модулі;
- **ShaftMaster** – програма розрахунку технологічних параметрів центрування суднових валопроводів;
- **MasterLoad** – програмний комплекс для створення схем вантажів судів і плавучих споруджень різних типів і їх баластування. Дозволяє виконувати розрахунок навантаження, остійності, міцності і непотоплюваності в поточному стані завантаження;
- **AutoCAD** – це сучасна САПР для створення креслень і тривимірних моделей, максимально точна і продуктивна, яка дозволяє дослідити динаміку побудови
- **Програмний комплекс ShipModel від компанії AutoDesk** дозволяє виконувати комплекс плазових робіт [4].
- **САПР КОМПАС – 3d і Компас-графік** дозволяють створювати 3d-моделі і оформлювати необхідну документацію.

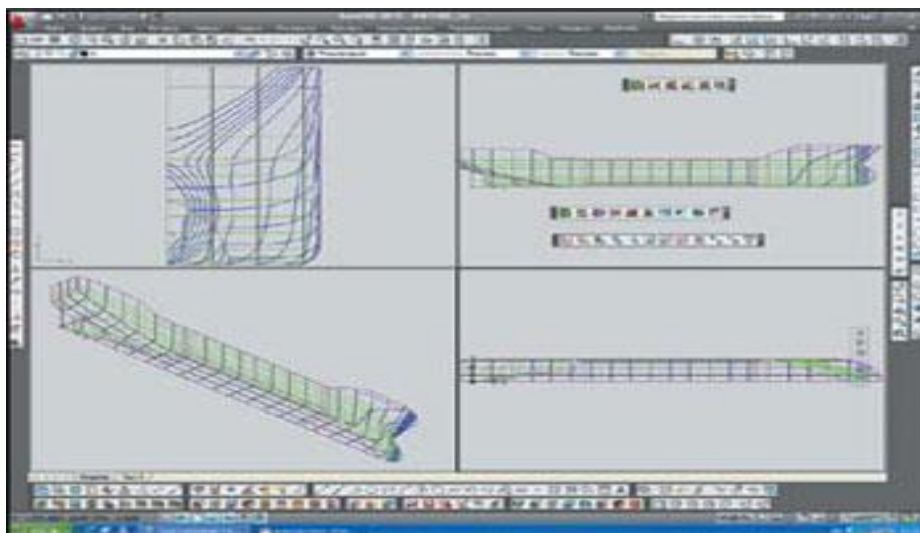


Рис.1 – Інтерфейс програмного комплексу ShipModel

Висновок. Тривимірні CAD - системи дозволяють значно прискорити процес випуску проектно-сметної документації, а також підвищити точність проектування. CAD - системи використовуються для вирішення конструкторських завдань і оформлення конструкторської документації. Здебільшого, сучасні CAD - системи входять модулі моделювання тривимірної об'ємної конструкції (деталі) і оформлення креслень і конструкторської документації (специфікацій). Провідні тривимірні CAD - системи дають можливість реалізувати ідею наскрізного циклу підготовки і виробництва складних промислових виробів.

Л і т е р а т у р а

1. <https://sapr.ru/article/7231>
2. <https://www.pointcad.ru/product/autocad/podrobnoe-opisanie-autocad>
3. <http://shipcad.ru>
4. <http://esg.spb.ru/articles/27/>
5. Лопатюк С.П. Методичні вказівки з інженерної графіки студентів спеціальностей 7.100302 “Експлуатація суднових енергетичних установок”, 7.100301 “Судноводіння” усіх форм навчання.– К.: КДАВТ, 2010.–37с
6. Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Т.Твердотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo, 2014.- 304с.

ВПЛИВ ЛЮДСЬКОГО ФАКТОРУ НА АВАРІЙНІСТЬ ПРИ БУНКЕРУВАННІ

Мельник О.В. – к.т.н., к.е.н., доцент, olga-melnik81@ukr.net

Тимощук О.М. – д.т.н., професор, mnielena7@gmail.com

Державний університет інфраструктури та технологій

Актуальність дослідження зумовлена високою аварійністю на водному транспорті, викликаною впливом людини. Згідно статистики число аварій з вини екіпажів суден досягає 75-80% від загальних аварій на водному транспорті, тому питання зменшення впливу людського фактору на аварійність суден, включаючи бункерування, є актуальним.

Метою роботи є дослідження впливу людського фактору на виникнення аварійних ситуацій при бункеруванні суден.

Аналіз великих аварій і катастроф, що відбулися в останні роки, показує, що вони, як правило, обумовлені збігом ряду відмов в елементах обладнання одночасно з неадекватними діями обслуговуючого персоналу. Людський фактор на водному транспорті – це, позитивний чи негативний вплив людини на операції технічного обслуговування та експлуатації флоту [1, с.35]. Основним носієм «людського фактору» у мореплавстві є екіпаж, тому на першому плані наукових досліджень в області безпеки на морі виходять проблеми «ризик» [2, с.57]. Мова йде про «управляємий ризик» зниження аварійності суден, розливів нафтопродуктів, тому що ліквідувати повністю небезпеки, існуючі при технічній експлуатації флоту неможливо. Оскільки головний механік та члени екіпажу, які приймають участь в бункеруванні – люди, яким притаманні хвороби, стійка/нестійка психіка, на них впливають умови праці та відпочинку. Але визначальним фактором є рівень професійної підготовки [3, с.202], вміння аналізувати ситуацію та приймати оптимальні рішення. Це відноситься і до операцій бункерування суден. Результатом недотримання технології та інструкцій, невиконання своїх обов'язків відповідальними особами за проведення бункерування є розливи нафтопродуктів при бункеруванні, які призводять до забруднення моря, великих штрафів.

Основні ризики при бункеруванні із-за людського фактору:

- обрив паливного шлангу на судні, що бункерується, через гідроудар при раптовому закритті вентиля на паливній магістралі;
- перелив танків в наслідок невірної розрахунку обсягу прийнятого палива без урахування статичного крену, диференту і інших чинників, або продовження подачі палива без належного контролю на судні, що обслуговується;

- помилки екіпажу при поводженні з запірною арматурою, що з'єднує один паливний танк з іншим, або бункерні магістралі на судні-бункерувальнику і/– або на судні, що бункерується;
- відсутність або ненадійна установка глухого фланцю на приймальній магістралі судна, що бункерується;
- викид палива з повітряним міхуром через газовипускную трубу через надмірно високий тиск палива, що подається;
- неякісно закриті шпігати на судні, що бункерується;
- незадовільний контроль за рівнем палива в танках, в які проводиться налив нафтопродуктів;
- пролив палива при від'єднанні бункерувального шлангу або через неякісну установку заглушки на шланзі по завершенню бункерування;
- викид нафтопродуктів через вимірювальні труби, люкові горловини і «дихальну систему».

За даними Екологічного Департаменту штату Вашингтон США (Department of Ecology Spill Prevention, Preparedness, and Response Program) на рисунку 1 наведені основні причини помилок, що призвели до розливів нафти за участю людського фактору при проведенні бункерування за період 1996-2016 рр.

Найпоширеніша безпосередня причина помилок при бункеруванні – це неухважність 38%. Неухважність та процедурні помилки у сукупності складають 58% безпосередніх причин бункерних розливів.

Для зменшення впливу людського фактору при бункеруванні застосовують організаційні і технічні заходи.

До організаційних заходів можна віднести створення детального, перевірного листа. Він може бути розроблений судовласником або старшим механіком. Також до організаційних заходів можна віднести інструкцію по проведенню бункерувальних операцій, яка повинна містити: опис систем трубопроводів, устаткування і пристроїв, призначених для виконання бункерувальних операцій; обов'язки відповідальних осіб; склад і обов'язки вахтових членів екіпажу під час бункерування; обов'язки кожного члену екіпажу, що приймає участь в проведенні бункерування; порядок підготовки судна, його систем, устаткування і пристроїв до майбутнього бункерування, з урахуванням заходів по запобіганню забруднення моря; порядок початку, проведення і закінчення бункерування; опис і порядок застосування засобів для локалізації можливого розливу нафти; інші інформаційні матеріали, вказівки, рекомендації.



Рис.1 – Причини помилок, що призвели до розливів нафти за участю людського фактору при проведенні бункерування за період 1996-2016 рр.[4]

До технічних, конструктивних заходів можна віднести наявність: системи переливу; аварійно-попереджувальної сигналізації про переливи; системи дистанційного керування клапанами паливної системи; системи дистанційного виміру рівня палива в танках; системи автоматичного управління операцією бункерування.

Висновок. Встановлено, що з метою зменшення ймовірності виникнення аварій при бункеруванні необхідно поліпшувати психофізіологічні якості людини, надійність використовуваного обладнання та технологій, якість прийому та декодування інформації; якість прийняття рішень; зручність технічного обслуговування та ремонту.

Л і т е р а т у р а

1. Мотрич В. Н. Горькие уроки морских аварий. СПб. : ООО «Морсар», 2015. 96 илл. 336 с.
2. Топалов В. П., Торский В. Г. Риски в судоходстве. Одесса: Астропринт, 2007. 368 с.
3. Белов П. Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. Москва: ГНТП «Безопасность», МИБ СТС, 1996. 424 с.

4. Bunkering best practices. Safe bunkering operations in Washington State. Department of Ecology Spill Prevention, Preparedness, and Response Program PO Box 47600 Olympia. URL: www.ecology.wa.gov/SpillsProgram (дата звернення 07.11.2020).

PROFESSIONAL AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF SAFETY ONBOARD A SHIP

Daniil Chernov – student, danacernov@icloud.com

Iryna Leontieva – senior lecturer, iryna.leontyeva@gmail.com

Danube Faculty of Maritime and River Transport of State University of Infrastructure and Technologies

The aim of the work is to define the professional and mental aspects of marine crew members. These aspects have vital influence on safety onboard. It has practical implementation, as Conventions require that the work should be done safely to the ship and her cargo, to the personnel and to the environment.

In recent years, the development of safety system of people, ships and environment is still critical. Seafarers need to have strong comprehensive ability and the knowledge of the profession, of course. According to the statistics of the World Maritime Organization and the analysis of the causes of traffic accidents, human factors in the accident accounted for 75% to 80%. If human factors together with the accidents caused by ships and the environment, then at least 90% of accidents are related to human factors [1]. Therefore, only the continuous cultivation of seafarers' psychological quality can reduce the occurrence of marine accidents and ensure navigation safety.

People's psychological state will have a direct impact on their working status and effect. The well-being of the seafarers on the one hand makes it possible to normalize the knowledge and skills they already have; on the other hand, they can make up for the lack of knowledge and skills.

A good psychological state can make people feel good, full of energy, quick thinking, can effectively improve work efficiency, and better handle various emergencies. *The state of tension, anxiety, and depression* will make people unresponsive, distracted and misjudged, which is very unfavorable for navigation safety. Only a good psychological quality is a reliable guarantee for the safe navigation of ships, so that sailing missions can be completed with high quality.

In the quality requirements of mariners, physical fitness is the prerequisite, professional and technical quality is the key, and psychological quality is the guarantee [2].

Seafarers' comprehensive qualities include five aspects:

- rich knowledge;
- skilled skills;
- good ideological and moral qualities;
- healthy physique, and
- good psychological quality.

These five aspects are relatively independent and interacting.

Rich knowledge and skills make the seafarer feel optimistic and decide the routine tasks effectively.

Let's analyze the necessary tasks for a cadet on joining the ship. The new crew member should be involved into several spheres:

1. acknowledgement with the ship and her structure;
2. acknowledgement with the duties;
3. acknowledgement with timetables, watchkeeping procedures;
4. acknowledgement with the crew.

So, the first steps onboard a ship should include as follows:

- after joining the ship, he must report to Master or Chief Officer and follow their instructions;
- know the vessel's structure;
- do everything for quality, safety and environmental protection;
- report unsafe conditions to the Safety Officer, report damage to vessel's equipment and cargo;
- understand and follow the permit to work;
- always use the correct PPE (Personal protective equipment);
- know and follow the rules of the adequate Conventions, to keep the ship,
- know paint systems and surface preparation;
- keep deck watch at sea and in port;
- steer the vessel when required and also under pilotage if required;
- prepare/ clean cargo holds/tanks before loading and clean bilges;
- take part in mooring operations;
- take fresh water, stores and provisions;
- open, close and secure hatch covers;
- lubricate deck equipment including safety equipment;
- prepare pilot ladders and gangways.

Once a new crew member gets enough knowledge in the basic duties and responsibilities, he fulfils his tasks more effectively and safely.

The crew's pessimistic negative psychology, vanity, etc. will also make their judgment errors, take the wrong action. So, the crewmembers should avoid negative influence.

To sum up, it is necessary to say that to feel good and to perform the functions on a remote ship effectively and safely, every crew member should keep calm, keep positive and healthy attitudes, and develop professional skills.

L i t e r a t u r e

1. Wang Zuo, Qiao Zhebin, Li Xin, et al. Analysis of crew quality and maritime traffic safety [M]//Comprehensive Quality and Safety of Crew. 2005.
2. Yao Yonghui, Li Qihua. The influence of the psychological quality of mariners on the safe navigation of ships and the countermeasures [C].
3. <https://core.ac.uk/download/pdf/297030729.pdf>
4. <https://www.martek-marine.com/blog/mental-health-problems-at-sea-a-storm-is-brewing/>

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДГРІВАЧА ПАЛИВА ДЛЯ ДВИГУНА
ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Ободчук С.І. – магістрант, obodc831@smu.ua

Шевченко С.І. – к.т.н., доцент, schevschenko@ukr.net

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Актуальність дослідження зумовлена тим що у зв'язку зі зниженням температури виникає необхідність підігріву палива для раціональної роботи двигуна внутрішнього згорання. В даний час розроблено велику кількість даних систем, але вони мають ряд недоліків, таких як: висока вартість, складність конструкції і т. п., і розробка простої системи підігріву палива з використанням системи охолодження двигуна є актуальним завданням.

Метою роботи є проведення аналізу системи підігріву палива і розрахунок раціональних параметрів системи підігрівача палива з використанням охолоджувальної рідини.

Власники автомобілів що працюють на дизельному пальному знають, що воно буває літнє і відповідно зимове. Зимове дизпаливо відрізняється від літнього меншим змістом парафінових добавок [1]. У мороз парафінові добавки охолоджуються і перетворюються в твердий стан, утворюючи осад. На першій стадії цього процесу дизельне паливо мутніє, що саме по собі не шкідливо, але в міру охолодження молекулярний склад парафінів кристалізуються. У міру розростання кристалів, вони починають застрягати в паливному фільтрі в гелеобразному стані і блокують просування палива. У підсумку, в двигун воно не надходить. У світі існує безліч типів підігрівачів, такі як підігрівачі фільтру тонкого очищення (даний вид підігрівача представляє компанія «Івель»), проточні підігрівачі (ПП6-1, ПП6-2 випускаються компаніями «Номакон» і «Лукас»). Але розглянуті підігрівачі мають ряд недоліків: працюють всі від електросистеми автомобіля; мають не стабільну роботу, так як температура нагріву палива змінюється з часом, що не дозволяє постійно підтримувати певну температуру палива. Тому ми хочемо надати вашій увазі нову конструкцію підігрівача палива (рис. 1).

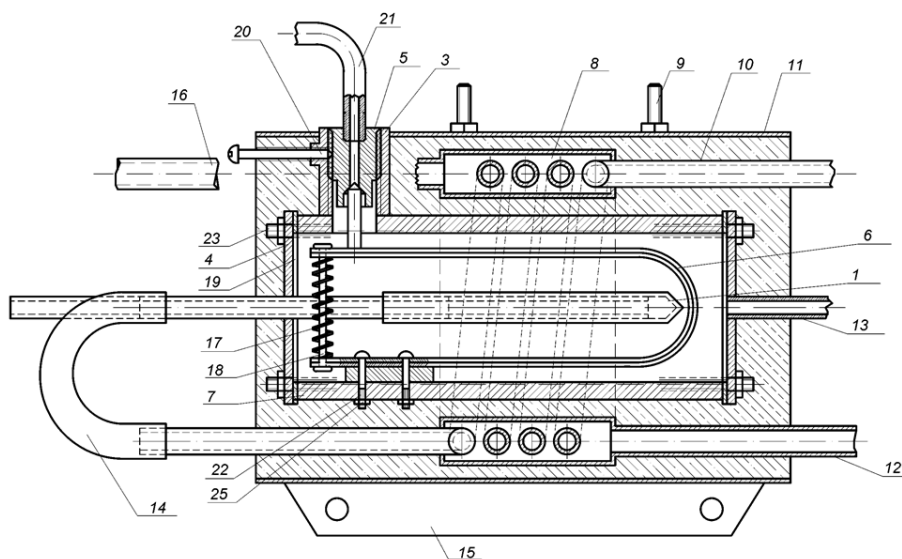


Рис. 1 – Конструкція підігрівача палива

Основні частини паливного підігрівача (рис. 1) - це теплообмінник 8 і вакуумна камера розміщена в захисному кожуху 11. Необхідні трубопроводи виходять з теплообмінника і проходять крізь захисний кожух. Паливо надходить в підігрівач від паливного насоса через впускний патрубок теплообмінника 10, і по трубопроводу надходить в камеру теплообмінника 8, а потім залишає теплообмінник через випускний патрубок теплообмінника. Нагріта речовина (використовується гаряча рідина з системи охолодження двигуна) надходить в теплообмінник через водяний впускний патрубок 16, проходить через камеру теплообмінника 8, в якій знаходяться паливні трубопроводи 10 та виходить через випускний водяний патрубок 12 і повертається в систему охолодження. В процесі проходження через камеру теплообмінника, рідина передає теплоту паливу, що тече по трубопроводах.

В ході нашого дослідження ми розраховали діаметри трубопроводів які залежать від витрати та граничної швидкості рідини. Для виконання розрахунку необхідно знати: характеристики паливного насоса; характеристики водяного насоса; граничну швидкість охолоджувальної рідини, при якій проводиться подача з водяного насосу; граничну швидкість палива, при якій проводиться подача палива з паливного насосу [2]. Приймавши швидкість течії рідини $V_p=0,7\text{ м/с}$; витрата водяного насосу $Q_p = 35 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$, тоді:

$$d_p = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{35 \cdot 10^{-6}}{0,7}} = 1,13 \cdot 7,07 \cdot 10^{-3} = 7,99 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Тоді раціональний діаметр водяних трубопроводів для цих параметрів буде дорівнювати $d_p = 8 \text{ мм}$. Приймавши швидкість течії палива $V_n=0,5 \text{ м/с}$; витрата

паливного насоса $Q_n=30 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$, тоді:

$$d_n = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{30 \cdot 10^6}{0,7}} = 1,13 \cdot 7,746 \cdot 10^{-3} = 8,75 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Тоді раціональний діаметр паливних трубопроводів для цих параметрів буде дорівнювати $d_n = 8 \dots 9 \text{ мм}$. Також розрахуємо приблизний час нагріву палива:

$$t = \frac{Q_p \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_1^p - T_2^p)}{k \cdot S \cdot \frac{T_1^n - T_2^n}{l}} = \frac{30 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 4,19 \cdot 10^3 \cdot (95 - 92)}{10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{38 - 20}{0,75}} = 0,31 \text{ год}$$

При даних умовах час нагріву палива до температури $38 \text{ }^\circ\text{C}$ дорівнює $t = 18 \text{ хв}$.

Висновок. В результаті досліджень виконано аналіз підігрівачів палива та визначено шляхи підвищення ефективності їх роботи. На основі аналізу конструкцій, виконано розрахунок нової конструкції підігрівача палива, яка дозволяє виконувати підігрів палива до раціональної температури з мінімальними енергетичними витратами, що також дозволить знизити викиди шкідливих речовин з відпрацьованими газами при прогріванні двигуна [3].

Л і т е р а т у р а

1. ДСТУ 7688:2015. Паливо дизельне ЄВРО. Технічні умови. [Чинний від 2015-05-28]. Вид. офіц. Київ, – 2015. – 16 с.
2. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / ред. ізд.: А.П. Марченко, А.Ф. Шеховцов. Харків: НТУ “ХПІ”, 2004. Т1. – 360 с.
3. Шевченко С.І. Дослідження забруднення атмосферного повітря викидами від автотранспорту на урбанізованих територіях / С.І. Шевченко, О.Р. Ігнатов, Ю.І. Шеховцов, С.К. Васильєв, Є.В. Полупан // Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2013. – №15 (204), Ч2. С. 32-38.

Наукове видання

**II ВСЕУКРАЇНСЬКА ІНТЕРНЕТ–КОНФЕРЕНЦІЯ
«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ:
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»**

Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції

Відповідальний за випуск Губаревич О.В.
in_conference@ukr.net

Статті надруковано в авторській редакції.
Редакційна колегія не несе відповідальність за достовірність інформації,
що наведена в роботах, і залишає за собою право не погоджуватися
з думками авторів щодо розглянутих питань

Видавництво
Дунайський факультет МРТ
Державного університету інфраструктури та технологій
Адреса: вул. Фанагорійська, 7, м. Ізмаїл,
Одеська область, Україна