

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Україна)
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського» (Україна)
Асоціація випускників Національного університету «Чернігівська політехніка»
Oerlikon Barmag GmbH (Німеччина)
Херсонський національний технічний університет (Україна)
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна)
Національний авіаційний університет (Україна)
ТОВ «БАХ-Інжиніринг» (Україна)
Інженерна академія України
Академія наук вищої освіти України
Лодзький технічний університет (Польща)
Технічний університет в Кошице (Словаччина)
Thyssenkrupp Materials International GmbH (Німеччина)
Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)
Батумський державний університет ім. Ш. Руставелі (Грузія)
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Українське товариство механіки ґрунтів, геотехніки і фундаментобудування
**Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння
та військової техніки (Україна)**



**Матеріали XI міжнародної
науково-практичної конференції**

«КОМПЛЕКСНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ»

Том 2

26 - 27 травня 2021 р.
м. Чернігів

УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
К63

*Рекомендовано до друку вченому радою Національного університету
«Чернігівська політехніка» (протокол № 5 від 31.05.2021)*

K63 **Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2021) : матеріали тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 26–27 травня 2021 р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] ; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – Т. 2. – 236 с.**

ISBN 978-617-7932-16-0

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

к.т.н., доц. Єрошенко Андрій Михайлович, (Секція №1)
к.т.н., доц. Космач Олександр Павлович, (Секція №2)
к.т.н., доц. Сапон Сергій Петрович, (Секція № 3)
к.т.н., доц. Хребтань Олена Борисівна, (Секція № 4)
к.т.н., доц. Прибилько Ірина Олексandrівна, (Секція №5)
к.т.н., доц. Корзаченко Микола Миколайович, (Секція №6)
к.т.н., доц. Терещук Олексій Іванович, (Секція № 6)
к.т.н., доц. Приступа Анатолій Леонідович, (Секція №7)
к.т.н., доц. Базилевич Володимир Маркович, (Секція № 8)
к.пед.н., доц. Коленіченко Тетяна Іванівна (Секція №9)

Відповідальний координатор конференції:

к.т.н., доц. Сапон Сергій Петрович, тел. (097) 3844197, e-mail: s.sapon@gmail.com або kzyatps@gmail.com
<https://www.facebook.com/kzyatps/>
www.conference-chernihiv-polytechnik.com

*За зміст матеріалів, викладених в тезах доповідей персональну відповідальність несуть автори



УДК 621; 624; 674; 684; 621.22; 621.51-54; 661; 664; 620.268; 621.791; 004
ISBN 978-617-7932-16-0

© Національний університет
«Чернігівська політехніка»

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

доктор Шефер Клаус (Oerlikon Barmag, Німеччина)

Штильгер Мартін (ThyssenKrupp, Німеччина)

д.-р. наук, проф. Бадіда Мирослав, (Технічний університет Кошице, Словаччина)

д.-р. наук, проф. Вархола Міхал, (Президент Академічного співтовариства М. Балудянського, Словаччина)

к.т.н., проф. Голетіані Кетаван (Батумський навчальний університет навігації, Грузія)

д.-р. наук, проф. Келемен Міхал, (Технічний університет Кошице, Словаччина)

д.т.н., проф. Нікітенко М.І. (Білоруський національний технічний університет, Білорусь)

д.ф.н., проф. Новрузов Рафік (Бакінський слов'янський університет, Азербайджан)

д.т.н., проф. Радзевич С.П., (EATON Corp., США)

проф. Сандал Ян-Урбан (Ректор інституту ім. д-ра Яна-Урбана Сандала, Норвегія)

д.т.н., проф. Федориненко Д.Ю. (Tohoku University, Японія)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.т.н., проф. Новомлинець О.О. (м. Чернігів, ректор Національного університету «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Ступа В.І. (м. Київ, Київський національний університет технологій та дизайну)

д.т.н., проф. Антонюк В.С. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

д.т.н., с.н.с. Башинський В.Г. (м. Чернігів, ДНДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)

д.т.н., проф. Білик С.І. (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури)

д.т.н., проф. Бобир М.І. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

д.т.н., проф. Болотов Г.П. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Васильченко Я.В. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)

д.т.н., проф. Веселовська Н.Р. (м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет)

д.т.н., проф. Винников Ю.Л. (м. Полтава, Національний університет «Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка»)

д.т.н., проф. Воронцов Б.С. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

д.т.н., доц. Грибков Е.П. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)

д.т.н., проф. Грицай І.Є. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)

д.т.н., проф. Данильченко Ю.М. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

д.т.н., проф. Денисов Ю.О. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., с.н.с. Дмитрієв В.А. (м. Чернігів, ДНДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)

д.т.н., проф. Дмитрієв Д.О. (м. Херсон, Херсонський національний технічний університет)

д.т.н., проф. Долгов М.А. (м. Київ, Інститут проблем міцності ім. Г.С.Писаренка)

д.т.н., проф. Дубенець В.Г. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Дубровський М.П. (м. Одеса, Одеський національний морський університет)

д.т.н., проф. Залога В.О. (м. Суми, Сумський державний університет)

д.т.н., доц. Зінько Р.В. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)

к.т.н., проф. Іванов М.І. (м. Вінниця, Вінницький національний аграрний університет)

д.т.н., проф. Іванов В.О. (м. Суми, Сумський державний університет)

д.геол.н., проф. Іванишин В.А. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Іскович-Лотоцький Р.Д. (м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет)

д.т.н., проф. Казимир В.В. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Калафатова Л.П. (м. Покровськ, Донецький національний технічний університет)

д.т.н., проф. Кальченко В.І. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Кальченко В.В. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)

д.т.н., проф. Квасніков В.П. (м. Київ, Національний авіаційний університет)

д.т.н., проф. Кириченко А.М. (м. Кропивницький, Центральноукраїнський національний технічний ун-т)

д.т.н., проф. Клименко Г.П. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)

д.т.н., проф. Клименко С.А. (м. Київ, Інститут надтвердих матеріалів ім. Бакуля)

д.т.н., проф. Клочко О.О. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)

д.т.н., проф. Ковалевський С.В. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)

д.т.н., проф. Кoval'yanov B.D. (m. Kramatorsk, Donbas'ska dержавna machinebauuniv.)

д.т.н., проф. Козловський В.В. (м. Київ, Національний авіаційний університет)

д.т.н., проф. Колосов О.Є. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

д.т.н., проф. Копилов В.І. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

к.т.н., проф. Корнієнко М.В. (м. Київ, Київський національний університет будівництва і архітектури)

д.т.н., проф. Корченко О.Г. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Криворучко О.В. (м. Київ, Київський національний торговельно-економічний університет)
д.т.н., проф. Кузнєцов Ю.М. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Лебедєв В. О. (м. Київ, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона)
д.т.н., проф. Луців І.В. (м. Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім. І Пулля)
д.т.н., проф. Маєвський В.О. (м. Львів, Національний лісотехнічний університет України)
д.т.н., проф. Мазанко В.Ф. (м. Київ, Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України)
д.т.н., проф. Майборода В.С. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Марков О.Є. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., доц. Мачуга О.С. (м. Львів, Національний лісотехнічний університет України)
д.т.н., проф. Мироненко Є.В. (м. Краматорськ, Донбаська державна машинобудівна академія)
д.т.н., проф. Огінський Й.К. (м. Запоріжжя, Запорізький національний університет)
д.т.н., проф. Орловський Б.В. (м. Київ, Київський національний університет технологій та дизайну)
д.т.н., проф. Павленко П.М. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Пальчевський Б.О. (м. Луцьк, Луцький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Панчук В.Г. (м. Івано-Франківськ, Івано-Франківський національний університет нафти і газу)
д.т.н., проф. Пасічник В.А. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Пермяков О.А. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
д.т.н., проф. Петраков Ю.В. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Пінчевська О.О. (м. Київ, Національний університет бюроесурсів і природокористування України)
д.т.н., проф. Пилипенко О.І. (м. Чернігів, ДНД випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., проф. Плаван В.П. (м. Київ, Київський національний університет технологій та дизайну)
д.т.н., проф. Похмурська Г.В. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)
д.т.н., проф. Равська Н.С. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Рудь В.Д. (м. Луцьк, Луцький національний технічний університет)
д.т.н., проф. Савченко О.В. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Саленко О.Ф., (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Сахно Є.Ю. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Середа Б.П. (м. Кам'янське, Дніпровський державний технічний університет)
д.т.н., проф. Сиза О.І. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівський колегум ім. Т.Г.Шевченка»)
д.т.н., проф. Скоробогатова В.І. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Смирнов І.В. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Стругинський В.Б. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Ступницький В.В. (м. Львів, Національний університет «Львівська політехніка»)
д.т.н., проф. Тітов В.А. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Тіхенко В.М. (м. Одеса, Одеський національний політехнічний університет)
д.пед.н., проф. Ткач Ю.М. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Тонконогий В.М. (м. Одеса, Одеський національний політехнічний університет)
д.т.н., проф. Фальченко ІО.В. (м. Київ, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона)
д.т.н., проф. Філоненко С.Ф. (м. Київ, Національний авіаційний університет)
д.т.н., проф. Хавін Г.Л. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
к.т.н., доц. Чередніков О.М. (м. Чернігів, ДНД випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., доц. Чуприна В.М. (м. Чернігів, ДНД випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки)
д.т.н., проф. Чухліб В.Л. (м. Харків, НТУ «Харківський політехнічний інститут»)
д.т.н., проф. Цибуля С.Д. (м. Чернігів, Національний університет «Чернігівська політехніка»)
д.т.н., проф. Шахbazov Я.О. (м. Львів, Українська академія друкарства)
д.т.н., проф. Шевченко О.В. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Шинкаренко В.Ф. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)
д.т.н., проф. Широков В.В. (м. Львів, Українська академія друкарства)
д.т.н., проф. Юдин О.К. (м. Київ, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка)
д.т.н., проф. Яхно О.М. (м. Київ, НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»)

*Організатори конференції висловлюють щиру подяку членам програмного комітету конференції
«Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» за вагомий внесок в
зростання авторитету і досягнення рівня найбільшої мультидисциплінарної міжнародної науково-
практичної конференції України.*

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 5

ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Sereda B.P.¹, Kruglyak I.V.¹, Kruglyak D.O.², Bilozir I.V. ¹ Formation of molybdene coatings on construction materials in SHS conditions	16
¹ <i>Dnipro State Technical University, Kamyanske</i>	
² <i>Zaporizhia State University, Zaporizhia</i>	
Sereda B.P.¹, Kruglyak I.V.¹, Kruglyak D.O.², Babko I.O. ¹ Formation of chrome coatings on construction materials using SHS	17
¹ <i>Dnipro State Technical University, Kamyanske</i>	
² <i>Zaporizhia State University, Zaporizhia</i>	
Sereda B.P., Kruglyak I.V., Sereda D.B., Prolomov A.A. Formation of silicon coatings on construction materials under non-stationary temperature conditions	18
<i>Dnipro State Technical University, Kamyanske</i>	
Zinkovskii A.P.¹, Lopata L.A.¹, Ahieiev M.S.², Lopata V.N. ³ Study of the spraying process and properties of electric ARC spraying coatings	19
¹ <i>Institute of Strength Problems GS Pisarenko NAS of Ukraine, Kyiv</i>	
² <i>Kherson State Maritime Academy, Kherson</i>	
³ <i>Electric Welding Institute E.O. Paton NAS of Ukraine, Kyiv</i>	
Смирнов І.В.¹, Лопата О.В.¹, Мазанко В.Ф.² Вплив електропластичного ефекту на дифузійні процеси при електроконтактному припіканні	21
¹ <i>Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ</i>	
² <i>Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, м. Київ</i>	
Середа Б.П., Волох В.І., Середа Д.Б. Вплив структури і розміру зерна на магнітні властивості конструкційних матеріалів при деформаційних навантаженнях	22
<i>Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське</i>	
Салій С.С., Головко Л.Ф., Романенко В.В., Блощцин М.С. Виготовлення корозійностійких біметалів комбінованими лазерно-ліварними процесами	24
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ</i>	
Мазанко В.Ф.¹, Герцрікен Д.С.¹, Зайцева Н.В.¹, Богданов С.Є.¹, Новомлинець О.О.², Міронов Д.В. ³ Вплив швидкості деформації на особливості деформування при різних видах обробки та рухливість атомів у металах і сплавах	28
¹ <i>Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, м. Київ</i>	
² <i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
³ <i>Самарський державний аграрний університет, м. Самара</i>	
Долгов М.А., Калініченко В.І. Порівняльний аналіз методів поверхневого зміцнення титанових сплавів	30
<i>Інститут проблем міцності імені Г.С.Писаренка НАН України, м. Київ</i>	
Федорчук В.С.¹, Фальченко Ю.В.¹, Петрушинець Л.В.¹, Рябець Ю.А.¹, Коваль В.А.¹, Кисла Г.П. ² Вплив різних захисних газів на зварювання алюмінієвих сплавів плавленням	31
¹ <i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
² <i>ТОВ «Технології високих енергій», м. Вінниця</i>	

Казимиренко Ю. О., Лебедєва Н. Ю., Дрозд О. В., Косач О. В. Техніко-економічні аспекти впровадження нових композиційних матеріалів і покріттів у суднобудівних технологіях	33
<i>Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв</i>	
Коваль Ю.Н.¹, Герцикен Д.С.¹, Мазанко В.Ф.¹, Новомлинець О.О.², Міронов В.М.³ Особливості взаємодії металів з нерозчинними домішками за умов мартенситних перетворень	35
¹ Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, м. Київ	
² Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів	
³ Самарський державний аграрний університет, м. Самара	
Лебедев В.О. Спосіб регулювання процесу механізованого електродугового зварювання плавким електродом	37
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Лебедев В.О. Ефективне механізоване електродугове зварювання стикових швів листових металоконструкцій	39
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Петрушинець Л.В., Фальченко Ю.В., Федорчук В.Є., Половецький Є.В. Дослідження впливу термічної обробки на ріст інтерметалідного прошарку та міцність біметалу Al/Ti	42
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Болотов Г.П., Болотов М.Г., Руденко М.М. Дифузійне зварювання у тліючому розряді залізкобальтових сплавів із сталями у вузлах ультразвукових установок	43
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Бойко І.О., Пашинський В.В., Єрьомкін Є.А. Електроди для ручного дугового зварювання сталі 110Г13 з вуглецевими стрижнями	44
<i>Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Маріуполь</i>	
Демченков С.О., Устінов А.І. Вплив структури високоентропійних сплавів CrFeCoNiCu, отриманих методом електронно-променевого осадження на їх механічні властивості	45
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Лебедев В. О. Сучасне обладнання для подвійного механізованого та автоматизованого зварювання вологим способом	47
<i>Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Херсон</i>	
Копилов В. І., Єрко О. О., Люшенко Є. О. Оцінка зносостійкості плазмових покріттів за параметрами активації руйнування поверхневих шарів	49
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського », м.Київ</i>	
Берднікова О.М., Алексєєнко Т.О., Кушнарьова О.С., Половецький Є.В., Єремеєва Л.Т., Лось О.А. Комплексний експериментально-аналітичний підхід до оцінки фізико-механічних властивостей зварних з'єднань високоміцніх сталей	52
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Калюжний С.М., Войнарович С.Г., Кислиця О.М. Корозійна стійкість мікроплазмових біосумісних цірконієвих покріттів для ендопротезів	53
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Бердник О.Ю., Бондаренко О.П., Ластівка О.В. Особливості і характеристика вилуговування базальтових волокон і виробів на їх основі	55
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	

Томіна А.-М.В.¹, Калініченко С.В.², Начовний І.І.³ Зносостійкий композит на основі політетрафторетилену	56
¹ Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське	
² ТОВ «Спецтехоснастка», м. Кам'янське, Україна	
³ Український державний хіміко-технологічний університет, м. Дніпро	
Майданчук Т.Б., Лук'янченко Є.П., Степченко Д.М., Резнік С.А. Високопродуктивна технологія зварювання вертикальних стикових швів	57
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Білобородченко В.І. Лазерне термозміцнення робочих поверхонь прес-форм (частина 1)	58
<i>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів</i>	
Бурлаченко О.М., Вігілянська Н.В., Грищенко О.П. Керметні плазмові покриття з аморфною структурою	60
<i>Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Бреус А.О., Торосян О.В. Дослідження точіння загартованої сталі 45 інструментом з покриттям	61
<i>Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м.Харків</i>	
Бреус А.О., Сердюк О.Л., Баранов О.О. Вуглецеві наноструктури з модифікованого графіту	63
<i>Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків</i>	
Кошевий А.Д.¹, Кошева А.А.², Голуб Д.М.¹, Жаріков С.В.¹, Водолазький А.О.¹ Наплавлення втулок пресів гарячої обробки металів самозахисним порошковим дротом	64
¹ Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ	
² ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод», м. Краматорськ	
Нагорна І.В., Ющенко С.М. Оцінка блокуючого ефекту іонно-модифікованого бар'єрного прошарку	65
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Зяхор І.В., Завертаний М.С., Наконечний А.О., Левчук А.М., Шило Ю.А. Структура різнопідвидів з'єднань жароміцніх нікелевих сплавів при контактному стиковому зварюванні опором	66
<i>Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України, м. Київ</i>	
Клюєва О.О., Русанов С.А, Клюєв О.І., Шатохіна І.А. Визначення дії інгібitorів корозії у розчинах засобів транспорту при різних умовах експлуатації автомобілів	68
<i>Херсонський національний технічний університет, м. Херсон</i>	
Семак П.М., Великий П.П. Вплив температурного і водневого чинників на зміну структури низьколегованої конструкційної сталі	69
<i>Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів</i>	
Тунік А.Ю.¹, Адєєва Л.І.¹, Григоренко С.Г.¹, Степанюк С.М.¹, Моссоковская І.А.¹, Ковал'чук Д.В.² Вивчення процесів формування структури зливків, отриманих методом адитивної технології при послідовному наплавленні дротом титанових сплавів	70
¹ Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ	
² ПрАТ «НВО «Червона Хвиля», м. Київ	

Геращенко М. О., Приходько С.М. Дослідження показників якості матеріалів парашутних систем	71
<i>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння і військової техніки, м. Чернігів</i>	
Антіпін Є.В., Дідковський О.В., Зяхор І.В., Кавуніченко О.В., Самотрясов С.М. Технологія контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок високої та надвисокої зносостійкості	72
<i>Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Антіпін Є.В., Дідковський О.В., Руденко П.М., Кавуніченко О.В., Зяхор І.В. Експертна система визначення розрахункових параметрів натягу при контактному стиковому зварюванні оплавленням довгомірних рейкових плітей залізничних рейок з одночасним їх введенням у розрахунковий температурний інтервал закріплення	73
<i>Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ</i>	
Начовний І.І.¹, Начовний Ів.І.², Павленко А.А.¹, Ситар В.І.¹, Томіна А.-М.В.³ До розробки гідродинамічних ущільнень із дроселювальною втулкою	76
¹ <i>ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро</i>	
² <i>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро</i>	
³ <i>Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське</i>	

СЕКЦІЯ 6

СУЧАСНІ ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ, АРХІТЕКТУРІ ТА ДИЗАЙНІ. ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ

Savenko V.¹, Blagodyrev V.², Okruzhkin A.³, Fesenko N.⁴, Ezhov S.¹, Nechayev A.⁵ Progressive innovative technology based on a universal system of precast-monolithic bezel-less frame (KUB-2.5)	77
¹ <i>Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv</i>	
² <i>Invest Mono KUB, Melitopol, Zaporozhye region</i>	
³ <i>LLCK Gradostroy, Obukhov, Kyiv region</i>	
⁴ <i>LLC company PCK Monolit, Melitopol, Zaporozhye region</i>	
⁵ <i>Kyiv aircraft repair plant, Kyiv</i>	
Савенко В.І.¹, Благодирьов В.О.², Окружкін А. А.³, Фесенко М. В.⁴, Єжов С. В.¹, Нечаєв А. М.⁵ Прогресивна інноваційна технологія на базі системи збірно-монолітний каркас універсальний безригельний (КУБ-2,5)	79
¹ <i>Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ</i>	
² <i>ВБК Інвест Моно КУБ, м. Мелітополь, Запорізька обл.</i>	
³ <i>ТОВ компанія БК "Містобуд", м. Обухів, Київська обл.</i>	
⁴ <i>ТОВ компанія ВБК Моноліт, м. Мелітополь, Запорізька обл.</i>	
⁵ <i>Київський авіаремонтний завод, м. Київ</i>	
Кочевих М.О. Особливості отримання бетонів для дорожніх стримувальних конструкцій	82
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	
Болотов М.Г., Болотов Г.П. Застосування мігруючих інгібіторів корозії (МІК) для підвищення корозійної стійкості залізобетону	83
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	

Гоц В.І., Пальчик П.П., Шпеко А.С. Легкі бетони на основі алюнітовміщуючих порід пористої структури	84
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	
Іванишин В.А. Порядок зняття та перенесення ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) земельних ділянок як засіб раціонального використання і охорони земель	86
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Савченко О.В., Корзаченко М.М., Гаврик О.Ю. Особливості влаштування обмежувальних стовпчиків у міському середовищі	88
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Сахно Є.Ю., Терещук О.І., Коваленко С.В. Аналіз моніторингу теплоспоживання та енергетичні обстеження будівель	90
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Білик С.І., Білик А.С., Джанов Л.В. Оптимальна висота сталевої балки із змінною висотою стінки і полиці	92
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	
Білик С.І., Цюпин Є.І. Методика та моделювання зносу цинкового покриття металевих просторових металевих конструкцій для інформаційних систем безпеки на дорогах	94
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	
Молодід О. С., Шарикіна Н. В. Дослідження впливу технологічних чинників на якісні показники відновленого захисного шару залізобетонних конструкцій	95
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	
Школа О. В., Мосичева І. І., Марченко М. В., Котляр А. С., Мельниченко Г. С. Грунтові компоненти і способи формування штучних портових територій	96
<i>Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса</i>	
Shkola A. V., Marchenko M. V., Mosicheva I. I., Potapov A. A. Metallurgical slags as a structural soil environment of artificial territories of marine terminals	98
<i>Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa</i>	
Савченко О.В., Ітченко Д.М., Кравцова О.С. Застосування сучасних систем реалістичного візуального моделювання у дизайні інтер'єрів	99
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Плітчева М. О.¹, Анопрієнко Т. В.² Аналіз базового набору геопросторових даних земель сільськогосподарського призначення	101
¹ Харківський національний ун-т міського господарства ім.О. М. Бекетова, м. Харків	
² Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва, м. Харків	
Завацький С. В. Формування технічних компетенцій у майбутніх дизайнерів середовища в процесі вивчення курсу «Будівельна фізика»	103
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
Антошкін О.А. Перспективи розвитку ультразвукової діагностики при проведенні пожежно-технічних експертиз	104
<i>Національний університет цивільного захисту України, м. Харків</i>	
Мозговий А. О., Спіранде К. В. Досвід оцінювання за зовнішніми ознаками технічного стану великопанельних будинків незавершеного будівництва	105
<i>Харківський національний університет будівництва та архітектури, м. Харків</i>	
Пилипенко В. Н., Педорич А. В. Дослідження тривалого навантаження анкерних стрижнів на основі спірально армованих матеріалів	107
<i>Академія Державної пенітенціарної служби, м. Чернігів</i>	

- Гончар О.А., Рудзей Д.Г.** Комплексна переробка фосфогіпсу як техногенної 108 сировини
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ
- Барбаш М.І.** Використання технологій BIM-моделювання для підвищення 109 ефективності розробки проектної документації
Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів
- Бойко О.Л.¹, Крячок С.Д.², Прусов Д.Е.³** Застосування безпілотних літальних 110 апаратів для лідарної зйомки території аеропорту
¹*Національний авіаційний університет, м. Київ*
²*Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів*
³*Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ*
- Бойко О.Л.¹, Галайда А.В.², Чудовська В.А.³** Використання БПЛА при вирішенні 112 задач оцінки стану водоохоронних територій
¹*Національний авіаційний університет, м. Київ*
²*ГО «Всеукраїнська аero-геодезична асоціація»*
³*Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, м. Київ*

СЕКЦІЯ 7

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ. ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

- Мачуга О. С.** Раціоналізація енергозабезпечення лісозаготівлі шляхом 115 використання відходів деревини та гідроресурсів в якості поновлюваних джерел енергії
Національний лісотехнічний університет України, м. Львів
- Єщенко О.І.** Розробка інженерних рішень при застосуванні теплонасосної 117 установки
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ
- Копей В.Б., Легедза І.М.** Модель системи керування довжиною ходу плунжера 119 свердловинного штангового насоса шляхом зміни дорезонансної частоти приводу
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ
- Епіфанов О.О.¹, Димо Б.В.¹, Долганов Ю.А.¹, Анастасенко С.М.²** 121 Експериментальне дослідження двофазних закритих термосифонів для економайзерів котлів
¹*Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв*
²*Первомайська філія Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Первомайськ*
- Дешко В.І., Буяк Н.А., Білоус І.Ю., Горбатенко С. Д.** Вплив рівня теплового 123 захисту на тепловий комфорт громадської будівлі
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ
- Дешко В.І., Сапунов А.П., Буяк Н.А.** Споживання енергії/ексергії первинного 124 палива системою «Джерело теплоти – огороження будівлі»
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ

Хлібишин Ю.Я., Почапська І.Я.	Підвищення екологічної безпеки шляхом модифікування бітумів	126
<i>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів</i>		
Закладний О.О.	Смарт система технічного діагностування електропривода	128
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ</i>		
Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Ігнатишин М.Б., Вербицький С.Т.	Сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлому, просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності: спотереження та аналіз	130
<i>Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону, м.Львів</i>		
Вакал В. С.¹, Вакал С. В.¹, Яновська Г. О.²	Технологічні аспекти розроблення гуматовмісних добрив пролонгованої дії	132
¹ <i>Науково-дослідний інститут мінеральних добрив і пігментів Сумського державного університету, м. Суми</i>		
² <i>Сумський державний університет, м. Суми</i>		
Трус І.М., Гомеля М.Д.	Методи стабілізаційної обробки низько- та високомінералізованих вод в процесах її баромембраниого опріснення	133
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ</i>		
Іваненко О.І., Гомеля М.Д., Оверченко Т.А.	Технічні рішення по зниженню викидів монооксиду вуглецю з димовими газами печей для випалювання електродів	136
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ</i>		
Гнатів І.Р.	Процеси природного самоочищення на гідродинамічно-активних ділянках гірських річок	137
<i>Львівський національний аграрний університет, м. Львів</i>		
Кірюхіна Д.В., Ілляш О.Е.	Загальна характеристика системи управління відходами у Полтавській області	139
<i>Національний університет «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», м. Полтава</i>		
Олійник Р.В., Кихтенко Я. В.	Вплив хмарності на ефективність сонячної енергетики	141
<i>Київський національний університет ім. Т. Шевченка, м. Київ</i>		
Діхтярук І.В.	Використання пакету simulink для моделювання дугових перенапруг при однофазних замиканнях на землю в мережах напругою 6-35KV	142
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>		
Приступа А.Л., Кулик Б.І., Гломозда М.В.	Підвищення надійності електропостачання пульта централізованого нагляду за об'єктами	144
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>		
Безручко В.М., Буйний Р.О., Ткач В. І.	Інтеграція пристройів ідентифікації однофазних замикань на землю в SCADA-систему диспетчерського управління	146
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>		
Дешко В.І., Білоус І.Ю., Гетманчук Г.О.	Експериментальне дослідження якості повітря в багатоквартирному житловому будинку сімейного типу	148
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ</i>		

Білик Т.І.¹, Вєренікін О.М.², Бондаренко А.О.³, Гетьман А.О.³, Тремасова П. С.³ 150
Підвищення екологічної безпечності безфосфатних мийних засобів для водних
екосистем зміною компонентного складу

¹ ПВНЗ «Міжнародна академія екології та медицини», м. Київ

² Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ

³ Національний авіаційний Університет, м. Київ

СЕКЦІЯ 8

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА. ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ. ЕЛЕКТРОНІКА

Cherednikov O.M., Golub V.M., Boyarov V.T. Statistics in approaches for forecasting 152
the reliability and safety of helicopter flights

*State Research Institute for Testing and Certification of Arms and Military Equipment,
Chernihiv*

Meleshko O.O., Kushchevskyi D.R. Software for performing clients-side end-to-end 154
encryption

National Aviation University, Kyiv

Pakhaliuk B.^{1,2}, Shevchenko V.², Strzelecki R.¹ Zakis J.³ 155

¹ Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland

² Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine

³ Riga Technical University, Riga, Latvia

Arkhyrei M. Assessment of complex objects based on information parameters 157
National Aviation University, Kyiv

Заріцький О.В. Метод аналізу слабоструктурованих даних в інформаційній 158
технології моделювання професійної діяльності

Національний авіаційний університет, м. Київ

Мелешко Є.В.^{1,2}, Якименко М.С.¹, Семенов С.Г.² Метод виявлення мережі ботів 160
у рекомендаційній системі

¹ Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Костюк Ю.В.¹, Самойленко Ю.О.², Костюк I.B.³ Критерії оцінювання 162
захищеності інформаційних систем та мереж

¹ Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ

² Національний університет харчових технологій, м. Київ

³ Керівник відділу АСУТП ТОВ «TICEP», м. Київ

Кузовик В.Д.¹, Кучеренко В.Л.¹, Хірс I.I.² Забезпечення ефективності експлуатації 163
біомедичної апаратури на мобільних діагностичних комплексах

¹ Національний авіаційний університет, м. Київ

² АТ «Укртелеком»

Фешанич Л.І., Фертіль I.I. Синтез оптимальної за швидкодією системи керування 164
газоперекачувальним агрегатом з газотурбінним приводом

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-
Франківськ*

Денисов О. І., Березняк А. М., Бурсала О. О. Концепція побудови електроприводу для точного позиціонування бортових авіаційних систем	166
<i>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів</i>	
Терлецький Т.В.¹, Кайдик О.Л.¹, Денисюк В.Ю.¹, Пташенчук В.В.¹, Приступа А.Л.² Забезпечення необхідного рівня надійності розпізнавання об'єкта спостереження	167
¹ <i>Луцький національний технічний університет, м. Луцьк</i>	
² <i>Національний університет «Чернігівська політехніка» м. Чернігів</i>	
Морозова Т.М.¹, Рзаєва С.Л.¹, Рзаєв Д.Д.² Моделювання CRM-системи як єдиної інформаційної платформи підприємства	169
¹ <i>Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ</i>	
² <i>Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана, м. Київ</i>	
Жирова Т.О.¹, Котенко Н.О.¹, Дакова Л.В.² Дослідження фреймворків для розробки мобільних додатків.	171
¹ <i>Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ</i>	
² <i>Державний університет телекомуникацій, м. Київ</i>	
Монченко О.В., Мовчан Н.С. Модернізація апарату «Дарсонваль»	173
<i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i>	
Корнієнко С.П.¹, Шевага В.В.², Казначей С.М.² Алгоритм розрахунку показників якості оцінки результатів випробування	174
¹ <i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
² <i>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів</i>	
Корнієнко І.В.¹, Руденко О.В.², Кравченко В.С.² Управління вхідним потоком замовлень на випробування	175
¹ <i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	
² <i>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів</i>	
Іванець О. Б. Використання індивідуального меж норми при оцінюванні складних об'єктів	176
<i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i>	
Передерко А. Л. Вимоги до часу наростання каналу вимірювання вібраційних сигналів	177
<i>Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса</i>	
Дубягін О. Б. Оптимізація характеристик керуючого впливу на структурований об'єкт на основі моделі міжрівневого балансу	179
Баклан І. В., Баришич Л. М. Дивіденди Харсані та значення шаплі як метод оцінки еволюційної гри з переносною цінністю	181
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ</i>	
Єременко В. С., Осінцева М. Б. Застосування методу головних компонент для опрацювання спектрів вільних коливань	182
<i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», м. Київ</i>	
Торосян Г. Д., Белявський О. В., Торосян О. В. Ефективність застосування пристрою розширення інтерфейсу мікро-ЕВМ	184
<i>Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Харків</i>	

Ковальчук В.В.¹, Сморж М.В.², Мамука К.В.² Електротехнічні складові нового типу: плівки з нанокластерами	186
¹ Одеський державний екологічний університет, м. Одеса	
² Національний авіаційний університет, м. Київ	
Лазоренко В.В., Бебешко Б.Т., Хорольська К.В. Аналіз методів прогнозування кібератак	188
<i>Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ</i>	
Криворучко О.В., Десятко А.М., Шестак Я.І., Захаров Р.Г. Моделювання інформаційної системи підприємства	190
<i>Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ</i>	
Палієнко О.О., Савченко Т.В. Криптографічні механізми інфраструктури відкритих ключів	191
<i>Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ</i>	
Почапський Є.П., Клим Б.П., Великий П.П., Толопко Я.Д. Магнетоакустична система МАЕ-1ЛР для діагностування виробів та елементів конструкцій з феромагнетних матеріалів.	193
<i>Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів</i>	
Пославський Д. В., Сторчак А. С. Заходи та засоби забезпечення захисту інформації в інформаційно-телекомуникаційних системах	195
<i>Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ</i>	
Журбенко Д.О., Сторчак А.С. Розв'язання задачі факторизації за допомогою алгоритму ройового інтелекту бджолиних колоній	197
<i>Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "КПІ ім. Ігоря Сікорського", м. Київ</i>	
Третяк В. В. Можливості використання графічних методів класифікаційної обробки даних в задачах структурного синтезу для автоматичного проектування технологічних процесів	199
<i>Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків</i>	
Скиба О.В., Камак Д.О. Підходи щодо оцінювання якості програмного забезпечення, призначеного до застосування у збройних силах України	200
<i>Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів</i>	
Гумен М.Б.¹, Гумен Т.Ф². Система моніторингу скорочення м'язів руки	202
¹ Національний авіаційний університет, м. Київ	
² Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» м. Київ	
Майданюк С.В.¹, Терпило Н.М.², Свиридюк Б.М.² Математичне моделювання епідемій, зокрема пандемії Covid-19	204
¹ Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» м. Київ	
² Спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №255, м. Київ	
Клим В.Ю. Деякі задачі кіберзахисту систем електронного голосування	206
<i>Університет митної справи та фінансів м. Дніпро</i>	
Сатюков А. І., Мошель М. В., Журко В. П. Експериментальні дослідження спектральних характеристик освітлювачів вимірювальних приладів	208
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	

Манаєв К.В. Візуально-блочна модель синхронного генератора з обмоткою збудження	209
<i>Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету, м. Запоріжжя</i>	
Неласа Г.В., Семерюк Т.М. Реактивний та проактивний підходи для управління ризиками в інфокомунікаційних мережах	211
<i>Національний університет "Запорізька політехніка", м. Запоріжжя</i>	
Катаєва М.О.¹, Ігнатенко П. Л.² Розробка методу вимірювання параметрів рельєфу нанооб'єктів	213
¹ <i>Національний авіаційний університет, м. Київ</i>	
² <i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	

СЕКЦІЯ 9

ЕКОНОМІЧНІ, ПРАВОВІ ТА СОЦIAЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ. ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ.

Alkhasov Samir. Main directions of cooperation development in the republic of Azerbaijan	215
<i>IMEX LLC, Baku, Azerbaijan</i>	
Alkhasov Yashar. Principles of selection of grammar material at the national school	219
<i>Baku Slavic University, Baku, Azerbaijan</i>	
Tural Mamedov. On the question of the state's right to self-defense	220
<i>Baku Slavic University, Baku, Azerbaijan</i>	
Imamalieva Leyla. Heritage of nizami in russian and european scientific research	221
<i>Baku Slavic University, Baku, Azerbaijan</i>	
Григор'єва Н.С., Гуменюк Л.О., Шабайкович В.А. Якість продукції при пандемії коронавіруса	223
<i>Луцький національний технічний університет, м. Луцьк</i>	
Єремеєв І. С.¹, Єщенко О.І.² Людський чинник як головне джерело ризиків у виробничо-технологічній сфері	225
¹ <i>Таєрійський національний університет ім. В.І. Вернадського, м. Київ</i>	
² <i>Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», м. Київ</i>	
Анісімова Л. А., Ковнір А. Р. Необхідність впровадження стандартів якості на виробництві косметичних засобів	227
<i>Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, м. Київ</i>	
Ємельянова О.М., Титок В.В. Роль виконавчої документації у підвищенні якості будівельної продукції	230
<i>Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ</i>	
Калита П.Я. Системний менеджмент для якості та сталого розвитку	232
<i>Українська асоціація досяканості та якості</i>	
Середа Б. П., Муковська Д. Я., Середа Д. Б. Формалізація транспортно-технологічного процесу рециклінгу відходів металургійного виробництва	233
<i>Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське</i>	
Козлов Р.Д., Сапон С.П. Синтез стратегії підготовки інженерів нового покоління	234
<i>Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів</i>	

СЕКЦІЯ 5
ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ І ТЕХНОЛОГІЇ.
МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

УДК 621.723.6

Sereda B.P., Ph.D. tech. Science, Professor
Kruglyak I.V., Cand. tech. Sciences, Associate Professor
Dnipro State Technical University, Kamyanske seredabp@ukr.net
Kruglyak D.O., Ph.D. tech. Sciences, Senior Lecturer
Zaporizhia State University
Bilozir I.V., graduate student
Dnipro State Technical University, Kamyanske

FORMATION OF MOLYBDENE COATINGS ON CONSTRUCTION MATERIALS IN SHS CONDITIONS

In difficult operating conditions of structural materials, the physical and mechanical properties of their surface layer (hardness, wear resistance) are of great importance. Various methods of chemical thermal treatment (CTT) are widely used for surface hardening. One of the effective methods of CTO used to increase the surface hardness and wear resistance of iron-carbon alloys is diffusion saturation with one or more carbide-forming elements. Traditional methods of saturation are characterized by a significant duration of the technological process and energy consumption. In this regard, the development of technologies that make it possible to apply coatings with a minimum time of their formation is urgent. One of these technologies is the SHS method.

The essence of the SHS method lies in the implementation of exothermic reactions in the mode of propagation of combustion waves. The process is characterized by intensive application of coatings due to the presence of a temperature gradient in the product-powder medium system, which makes it possible to carry out mass transfer of saturating elements to the surface of the product [1-2]. The coatings consist of a film of the applied product and a transitional diffusion gradient zone.

The aim of this work is to develop technology and compositions of reaction powder mixtures for titanium-chromium plating of products under SHS conditions, analysis and optimization of technological parameters of the SHS process. Study of the structure, phase, chemical composition of coatings.

For the deposition of coatings, we used steels of mass purpose (st.20, st.45, U8). The treatment was carried out in open-type reactors in the thermal autoignition mode. Working temperature range 1000 ÷ 1300 °C, duration of isothermal holding - 120 min. Powders of oxides of chromium and aluminum, titanium, chromium, aluminum, technical purity, metallic iodine with a dispersion of 200-350 microns were used as reaction agents.

During molybdenization of iron-carbon alloys under similar conditions, the surface zone of the samples was decarburized and the diffusion layer was a solid solution of molybdenum in α -iron. At saturation of steels of mass use in powder mixtures based on molybdenum and ferromolybdenum at 1100-1150 °C for 2 h, a diffusion layer is formed from a solid solution of molybdenum in α -iron (α -phase). The thickness of the diffusion layer obtained at 1050 °C is about 150 μm . An increase in temperature to 1150-1300 °C leads (with slow cooling) to the formation of inclusions of the intermetallic Fe_7Mo_6 in the α -phase.

List of references

1. Surface strengthening of materials working under conditions of complex exposure to aggressive substances: Monograph / B. Sereda, L. Bannikov, S. Nesterenko, A. Gaidenko, and others. Kamianske: DSTU. 2019. 173 p.

2. Sereda B., Sereda D., Kruglyak I. Selection of materials for use in corrosive environments using SHS technology for automobile parts. Materials Science and Technology 2018, P. 1414–1418. https://DOI 10.7449/2018/MST_1414_1418- SCOPUS.

УДК 621.723.6

Sereda B.P., Ph.D. tech. Science, Professor
Kruglyak I.V., Cand. tech. Sciences, Associate Professor
Dnipro State Technical University, Kamyanske, seredabp@ukr.net
Kruglyak D.O., Ph.D. tech. Sciences, Senior Lecturer
Zaporizhia State University
Babko I.O., graduate student
Dnipro State Technical University, Kamyanske

FORMATION OF CHROME COATINGS ON CONSTRUCTION MATERIALS USING SHS

One of the most effective technological ways to increase the reliability of the operational durability of parts made of structural materials that are used in the industry is the application of various coatings to their working surface. The work considers the production of multicomponent chromium-plated coatings obtained under the conditions of self-propagating high-temperature synthesis. As a result of combustion of powder mixtures with TA, the formation of a gas phase containing compounds is possible I, I₂, I₃, F₂, F₃, H, H₂, H₃, F, F₂, F₃, HF, H₂F with chemical elements. With increasing temperature there is an increase in the number of halides Gaseous products that interact with the elements of the powder system (Al, Si, Ti, Cr) and converted into the gas phase (appear AlH, AlH₂, AlH₃, AlF, AlF₂, AlF₃, AlHF, AlH₂F, AlI, AlI₂, AlI₃, Cr, Cr₂, CrO, CrH, CrOH, CrF, CrF₂, CrF₃, Crl, Crl₂, Crl₃, TiOH, TiF, TiF₂, TiF₃, TiF₄, TiOF₂, TiI, TiI₂, TiI₃, TiI₄, TiOF etc.). At temperatures above 700 K, the proportion of the condensed phase practically does not change [1,2]. This fact indicates that in the temperature range 700–1500 K reactions occur with the release of the condensed phase, but without changing the number of moles, which is characteristic of the reactions of decomposition, exchange with the material, ie essentially chemical transport of elements [3]. When chrome-plating with aluminum alloying on steel 20 and technical iron we have phases: Fe₂Al₅, Fe₃Al, solid solution Cr, Al in Fe, on steel 45 and U8 phases: (Cr,Fe)₂₃C₆(Cr,Fe)₇C₃ + solid solution Al and Cr in α-Fe, Fe₂Al₅, Fe₃Al. It is proved that the best indicators of wear resistance, in the conditions of sliding friction, are AP doped with chromium and titanium. Thus, when tested on the machine SMT-1, aluminum coatings doped with chromium and titanium have a wear value ΔI = 105–148 · 10⁻⁴ g/m². Their wear resistance is 1.2–1.3 times higher than that of AP obtained under isothermal conditions, which is explained by higher values of their microhardness. So microhardness for coatings obtained under isothermal conditions during titanium doping H₁₀₀ = 11600 MPa, when doped with silicon H₁₀₀ = 6300 MPa, when doped with chromium H₁₀₀ = 11400 MPa.

Under SHS conditions, the microhardness is: when doped with chromium H₁₀₀= 14900 MPa, when doped with silicon H₁₀₀= 7600 MPa, when doped with titanium H₁₀₀=14500 MPa. The obtained results correlate with the indicators of wear resistance.

List of references

1. Surface strengthening of materials working under conditions of complex exposure to aggressive substances: Monograph / B. Sereda, L. Bannikov, S. Nesterenko, A. Gaidenko, and others. Kamianske: DSTU. 2019. 173 p.
2. Sereda B. Development of wear-resistant coatings for automotive parts after processing in SHS conditions. /Sereda, B., Kruglyak, I., Sereda, D., Gaydaenko, A., & Kruglyak, D// Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, is published by Scientific Publishing House “CSR”, Poland, EU

and Scientific Publishing House “SciView”, Poland, EU. 2019. – №4(1), P. 25–30. DOI:10.14254/jsdlt.2019.4-1.3.

3. Анализ термодинамических характеристик при получении покрытий на сталях, работающих в условиях коксохимического производства / Б. П. Середа, И. В. Кругляк, А. С. Гайдаенко, Д. Б. Середа. Зб. наук. пр. ДДТУ. 2018. № 2(33). С. 41–45.

УДК 621.723.6

Sereda B.P., Ph.D. tech. Science, Professor
Kruglyak I.V., Cand. tech. Sciences, Associate Professor
Sereda D.B., Ph.D. tech. Sciences, Senior Lecturer
Prolomov A.A., graduate student
Dnipro State Technical University, Kamyanske, seredabp@ukr.net

FORMATION OF SILICON COATINGS ON CONSTRUCTION MATERIALS UNDER NON-STATIONARY TEMPERATURE CONDITIONS

In order to increase the reliability of equipment, reduce the cost of its maintenance, and increase the service life, silicon-based coatings are widely used. Since in difficult operating conditions one-component titanium coatings are not able to provide the necessary working properties of products, it is advisable to saturate the metal surface with several elements. Joint saturation of steels with Al and Si allows not only to increase the hardness of the surface layer, heat resistance and corrosion resistance of products, but also to increase the thickness of the applied coatings and accelerate the process of their formation [1-2].

This paper considers the technology of chemical-thermal treatment of steels under conditions of self-propagating high-temperature synthesis (SHS), combined with chemical gas transport reactions. The aim of the work was to develop compositions of powder SHS mixtures for the deposition of multicomponent coatings based on silicon in the thermal autoignition mode, to study the physicochemical processes of formation of coatings, to determine the optimal technological parameters of the SHS process.

Chemical-thermal treatment of carbon steels was carried out in an open-type reactor in an operating temperature range of 950-1100 ° C with a duration of isothermal holding of 30-60 minutes. As saturating media, we used a mixture of powders of oxides of chromium and aluminum, silicon, aluminum and metallic iodine (gas transport agent) with a dispersion of 250-350 μm . The coatings obtained in the SHS processes consist of a film of the applied product and a wide gradient diffusion zone, as a result of which they have improved characteristics in comparison with diffusion analogs, and are also characterized by high adhesive strength. It was found that a zone of complex silicide $(\text{Fe})_5\text{Si}_3$ is formed on the surface of steels, below there are zones of aluminides Fe_2Al_5 , FeAl , Fe_3Al doped with Si, below it are a zone of α -solid solution, Si, Al in iron with the inclusion of an excess phase and enriched with carbon area under the cover. With an increase in the content of aluminum and silicon in the charge, the thickness of the coating increases; however, in order to achieve high concentrations of all saturating elements in the coating, it is recommended to limit the content of Si and Al in the charge to 10% wt. The density, porosity and roughness of the coatings depend on the Si content in the mixture, with a Si content of ~ 10 wt%. the pores are predominantly rounded, closed. The microhardness of a complex silicide on the surface of steels is 10,000-11,000 MPa. Conducted tests of SHS coatings for corrosion resistance showed an increase in this indicator by a factor of 1.5-1.8 compared to the diffusion analogue.

Conclusions. Compositions of SHS-mixtures for obtaining multicomponent titanium coatings on carbon steels have been developed. Data on the influence of the thermophysical characteristics of SHS-mixtures on the structure, strength and porosity of coatings are obtained. It has been established that alumosilicated materials with SHS coatings have improved performance characteristics as compared to diffusion analogs.

List of references

1. Sereda B. P., Kruglyak I. V., Baskevich O. S., Belokon Y. O., Kruglyak D. O., Sereda D. B. Surface hardening of structural materials using composite saturating charges: monograph. Kamyanetske: DSTU. – 2019.–242 p. ISBN 978-966-175-187-2

2. Sereda B., Sereda D., Krygylak I. Selection of materials for use in corrosive environments using SHS technology for automobile parts. Materials Science and Technology 2018. P. 1414–1418. https://DOI 10.7449/2018/MST_1414_1418 – SCOPUS.

УДК 621.793

Zinkovskii A.P., Doc. Tech. Sciences, professor

Lopata L.A., Cand. Tech. Sciences, associate professor

Institute of Strength Problems GS Pisarenko NAS of Ukraine, Kyiv apzinkovskii@gmail.com

Ahieiev M.S., Cand. Tech. Sciences, associate professor

Kherson State Maritime Academy, Kherson, maxageev73-73@ukr.net

Lopata V.N., Cand. Tech. Sciences, associate professor

Electric Welding Institute E.O. Paton NAS of Ukraine, Kyiv gazoterm@ukr.net

STUDY OF THE SPRAYING PROCESS AND PROPERTIES OF ELECTRIC ARC SPRAYING COATINGS

In the world practice of hardening, recovery, and anticorrosion protection, EAS has become widespread as the most technologically advanced and productive method (productivity is 3-4 times that for flame spraying) [1]. EAS is widely used in the European countries and displaces the traditional gas-flame method [1]. The quality of EAS coatings are practically the same as that of coatings produced by plasma and detonation methods, and the coating-to-base adhesion strength is greater than in the case of flame spraying.

This method is effective and economical in the manufacture and renovation of parts in the conditions of repair enterprises and small workshops with a single production [1]. The use of thermoreacting cored wires is promising [1]. The coating obtained is machined with some allowance. Pretreatment of the base surface is an important factor for providing strong adhesion of the sprayed coating to the part [2-5]. The increase in the adhesion strength is associated with an increase in the part area and preparation of a developed surface roughness on before spraying.

For coating deposition, an apparatus for activated arc spraying ADN-10 was used. Coating materials were 0.8-2.8 mm diameter wire from steel of the martensitic (40Kh13, 95Kh18), ferritic (Sv-08G2S), and austenitic (Kh18N10T, 12Kh18N10T) grades. A feature of martensitic and austenitic steels of is the ability to phase transformations and structural changes during deposition and treatment of coatings. This allows improvement of physic mechanical and performance properties of hardened surfaces and an increase in their wear and corrosion resistances.

The aim of the work was shows the possibility, through the selection of design parameters and characteristics of equipment for EAS, to control the properties of coated surfaces in order to increase the service life of restored parts. The right choice of equipment for EAS allows one to increase the speed and temperature of the jet of spraying gas and particles, decrease the size of droplets, increase the density and reduce the oxidation of coatings. to develop a new combined method of surface engineering for the formation of hardening protective coatings on the basis of combination of EAS.

For coating deposition, an apparatus for activated arc spraying ADN-10 was used. Coating materials were 0.8-2.8 mm diameter wire from steel of the martensitic (40Kh13, 95Kh18), ferritic (Sv-08G2S), and austenitic (Kh18N10T, 12Kh18N10T) grades. A feature of martensitic and austenitic steels of is the ability to phase transformations and structural changes during deposition and treatment of coatings. This allows improvement of physic mechanical and

performance properties of hardened surfaces and an increase in their wear and corrosion resistances.

Thus, the work shows the possibility, through the selection of design parameters and characteristics of equipment for EAS, to control the properties of coated surfaces in order to increase the service life of restored parts. The right choice of equipment for EAS allows one to increase the speed and temperature of the jet of spraying gas and particles, decrease the size of droplets, increase the density and reduce the oxidation of coatings. Additionally, it has made it possible to use standard solid-drawn wires from martensitic steels 40Kh13 and 95Kh18 and austenitic steels Kh18N10T and 12Kh18N10T instead of more expensive cored wire FMI.

The EAS-10 unit has an electric drive which provides the required speed of wire electrode feed. It is powered from a three-phase network of 220 V, frequency 50 Hz. In the case of using an alternating current, the electric arc burning proceeds with periodic interruptions that occur as a result of the voltage drop. The power supply for the electric arc apparatus with a direct current forms the necessary conditions for obtaining coatings with a uniform thickness. Analysis of the research results made it possible to recommend the EM-14 apparatus and the EAS-10 unit for deposition of EAS coatings. The proper management of the design parameters of equipment for EAS provides the creation of coatings with high performance characteristics, which is very important for increasing the service life of parts.

The research has revealed the influence of the spraying process factors such as the flow rate and pressure of working gases, composition of combustible mixture, spraying distance, dispersion of spray, properties of the wire material, etc. on the properties of EAS coatings. Furthermore, the effects of the spraying distance, the size of sprayed particles, and the properties of the wire material on the porosity and coating-to-substrate adhesion was evaluated. Moreover, the phase composition and microhardness of coatings obtained by spraying wires from austenitic and martensitic steel were investigated. The presence of an abnormally large amount of residual austenite (to 50 vol. %) in coatings from martensitic steel was established. Studies of the resistance to fatigue failure showed that coatings deposited by EAS of wires provide a slight decrease in the fatigue strength limit to 10–13% (for comparison, coatings obtained by vibro-arc surfacing reduce the fatigue limit by 35–40%).

List of references

1. Boronenkov V.N., Korobov Ju.S. Osnovy dugovoj metallizacii. Fiziko-himicheskie zakonomernosti. Ekaterinburg: UrGU, Univ. izd-vo. 2012. 267 s.
2. Ljashenko B.A., Belocerkovskij M.A., Lopata V.N., Brusilo Ju.V., Korbut E.V. Gazotermicheskoe napylenie i ionnoe azotirovanie – perspektivnoe sochetanie. *Inzhen. poverhn. i renovacija izdelij*: Mater. 14-j mezhdun. Nauchn.-tehn. konf. (2-6 iyunja 2014, Svaljava). Kiev: ATM Ukraine. S.79-80.
3. Prjadko A.S., Dudan A.V., Brusilo Ju.V., Vorona T.V., Volkov Ju.V. Vybor oborudovanija dlja uprochnenija i vosstanovlenija detaley avtomobil'nogo transporta jeklektrodugovym napyleniem. *Vestnik Polockogo gosudarstvennogo universiteta. Promyshlennost'. Prikladnye nauk*, Polock: №3. 2014. S. 121-126.
4. Ageev M.S., Ljashenko B.A. Primenenie gibridnyh tehnologij dlja renovacii i povyshenija resursa sudovyh mashin i mehanizmov *Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. Nauchno-teoreticheskij zhurnal Mashinostroenie*. 2015. 4(94). S. 18-22
5. Belocerkovskij M.A., Konstantinov V.M., Tkachenko G.A. Uprochnenie himiko-termicheskoy obrabotkoj pokrytij, poluchennyh vysokoskorostnym raspyleniem stal'nyh provolok Inzhenerija poverhnosti, Novye poroshkovye kompozicionnye materialy. Svarka: sb. dokl. Mezhd. Simpoziuma (25-27 marta 2009, Institut poroshkovoj metallurgii GNPO PM NAN Belarusi, Minsk). Minsk: 2009. S. 178-184.

УДК 621.793

Смирнов І.В., докт. техн. наук, професор

Лопата О.В., аспірант

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», smirnovkpi@gmail.com

Мазанко В.Ф., докт. техн. наук, професор

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, vmazano@imp.kiev.ua

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОПЛАСТИЧНОГО ЕФЕКТУ НА ДИФУЗЙНІ ПРОЦЕСИ ПРИ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОМУ ПРИПІКАННІ

Одночасна дія пластичної деформації і імпульсів електричного струму використовується при різних видах хіміко-термічної обробки [1]. Одночасна дія статичної, квазистатичної або імпульсної пластичної деформації і імпульсів електричного струму (електромагнітного поля) призводить до появи електропластичного ефекту (ефекту Троїцького) [1].

При електроконтактному припіканні перенесення речовини здійснюється під імпульсним тиском при прямому пропусканні електричного струму до 8...30 кА, вторинній напрузі 1...6 В, тиску до 100 МПа, часу імпульсу 0,04...0,2 с, часу паузи 0,04...0,2 с., високими швидкостями нагрівання, які можуть досягати 103...104 К/с [2].

Результати досліджень показують, що за час дії синхронізованих імпульсів струму і тиску, в результаті реалізації електропластичного ефекту відбувається високошвидкісна пластична деформація ($10 \leq \dot{\varepsilon} \leq 10^2 \text{ с}^{-1}$), в результаті чого виникає розвинена дифузійна зона між покриттям і металом основи. Крім того, має місце також дифузія атомів основного металу в покриття, практично на всю товщину покриття.

При режимах припікання $I_{c6}= 9 \text{ кA}$, $t_{имп.} = 0,06 \text{ с}$, $P = 40 \text{ МPa}$, глибина проникнення складає 10-12 мкм. З ростом величин тиску і сили струму дифузійна зона зростає і досягає значення ~ 25 мкм. Коефіцієнти дифузії (D_M) представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Рухомість атомів в металах при статичній (D) і імпульсній (D_M) обробці

Дифузант	Метал	$D_M \cdot 10^5, \text{ см}^2/\text{с}$	$D \cdot 10^{11}, \text{ см}^2/\text{с}$
Ni	Fe	3,0	0,4
Cr	Ni	6,3	6,5
W	Fe	5,2	3,2
Fe	Ni	3,9	7,6
Al	Ni	7,1	65,0
Mn	Ni	9,2	98,0

З цієї розгляду можна зробити висновок, що одночасний вплив імпульсів струму і деформації призводить до зростання рухливості атомів на ~ 5 порядків аналогічно тому, що відбувається при імпульсних механічному та електроконтактному навантаженнях [3].

Для порівняння визначали величину дифузійної зони при повільному розтягу зі швидкістю $3 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$. При накладенні імпульсів струму на метал, що повільно розтягується (10^3 А/мм^2 , $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ с}$, 323 К) відбувається деформація зі швидкістю 40 с^{-1} , і рухливість атомів різко зростає (табл. 2).

Таблиця 2 – Рухомість атомів в металах при дії одного імпульса струму

$*\text{Me} \times \text{Me}$	$\text{Ni} \times \text{Ni}$	$\text{Ni} \times \text{Cu}$	$\text{Cu} \times \text{Ni}$	$\text{Fe} \times \text{Fe}$	$\text{Fe} \times \text{Co}$	$\text{Co} \times \text{Fe}$	$\text{Co} \times \text{Co}$	$\text{Al} \times \text{Ti}$	$\text{Ti} \times \text{Al}$
$D_M \cdot 10^5, \text{ см}^2/\text{с}$	1,8	2,1	0,9	1,2	2,0	3,0	3,2	4,9	6,6

Для розуміння отриманих результатів необхідно створення моделі процесу розміщення металу при проходженні імпульсів струму. В описі електропластичного ефекту (ЕПЕ)

запропонована модель ефекту Троїцького, яка заснована на експериментальних результатах [4]. У роботі встановлено, що при реалізації ефекту Троїцького в умовах накладення імпульсу струму на зразки з покриттям, при кімнатній і підвищених температурах протягом 40-200 мс відбувається міграція атомів на глибину від 10 до 50 мкм в залежності від швидкості і ступеня деформації, температури, енергії деформуючого імпульсу. Крім того, має місце дифузія атомів основного металу в покриття, практично на всю товщину покриття.

Найбільшою рухливістю характеризується дифузія, яка відбувається під дією трьох чинників: високої температури, швидкісної деформації і імпульсу струму. З таблиці 1 випливає, що при дії двох факторів коефіцієнти дифузії досліджуваних елементів в залізі і нікель зменшуються майже на порядок, імпульсна деформація, що не супроводжується проходженням електричного струму, сприяє дифузії з меншою швидкістю (в ~ 3-5 разів).

При квазистатичній деформації рухливість атомів менше приблизно на 6-7 порядків. Аналогічний вплив температури і швидкості деформації спостерігається при різних обробках: механічному впливі, навантаженні ударами з ультразвуковою частотою і ін. [1], однак коефіцієнти дифузії в цих випадках можуть бути порівнянними з даними, але можуть відрізнятися на величину до 4-5 порядків.

Список посилань

1. Герцикен, Д. С., Мазанко, В. М. Тышкевич В.М. Фальченко Массоперенос в металлах при низких температурах в условиях внешних воздействий : монография. Киев: Изд-во НАН Украины, 2001. 458 с.
2. Ярошевич В. К., Генкин Я. С., Верещагин В. А. Электроконтактное упрочнение : монография. – Минск: Наука и техника, 1982. 256 с.
3. Герцикен, Д. С., Захаров С. М., Миронов В. М. Процеси міграції атомів в металах при одночасній дії пластичного деформування та імпульсного електромагнітного поля. Электронная микроскопия и прочность материалов. Серия «Физические материалы, структура и свойства материалов». 2003. Вып. 12. С.108-114.
4. Троїцкий О. А., Спицин В. И., Сташенко В. И. Влияние основных параметров тока на величину электропластического эффекта. ДАН СССР. 1981. Т. 256. №5. С. 1134-1137.

УДК 620.19.40

**Середа Б.П., докт. техн. наук, професор
Волох В.І., аспірант**

**Середа Д.Б., канд. техн. наук, ст. викладач
Дніпровський державний технічний університет, seredabp@ukr.net**

ВПЛИВ СТРУКТУРИ І РОЗМІРУ ЗЕРНА НА МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ДЕФОРМАЦІЙНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Для оцінки впливу деформаційного навантаження на матеріал, що використовується у металургійному виробництві, та встановлення взаємозв'язку між зміною структурного стану на коерцитивну силу проведено ряд досліджень [1, 2]. Крім того, після зняття навантажень в матеріалі відбуваються процеси перерозподілу залишкових напружень. Такі ж процеси відбуваються і після зварювання матеріалу. Тому важливим є встановлення закономірностей зміни властивостей матеріалу після зняття навантаження [3, 4].

Відомо, що холодна пластична деформація супроводжується утворенням нових дислокаций, границь зерен, вакансій, впроваджених атомів, виникненням неоднорідностей структури. Коерцитивна сила дуже чутлива до структурних змін, викликаними механічними деформаціями. Величина коерцитивної сили в значній мірі залежить від виду структурних складових стали, їх ліквакції в межах даних марок сталей або в межах однієї

марки сталі. Величина коерцитивної сили визначається механізмом примагнічування і є структурно-чутливою характеристикою матеріалу. На величину H_c впливають сумарна питома поверхня зерен, залишкові механічні напруження, дефектність матеріалу.

Проведено розтягнення зразків із сталі 09Г2С. Проведено вимірювання величини коерцитивної сили на кожному етапі прикладеного навантаження. За результатами цих вимірювань побудовано графік залежності коерцитивної сили від прикладеного навантаження (рис.1).

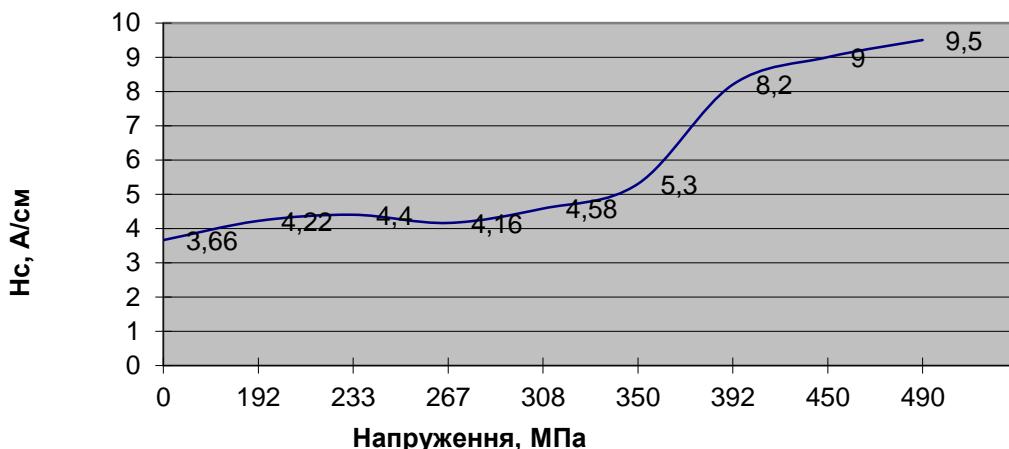


Рис. 1. – Графік залежності коерцитивної сили від навантаження, сталь 09Г2С

Важливим показником якості металу є величина зерна, яка впливає на властивості міцності сталі. В роботах отримані мікроструктури (рис. 2), на яких досліджено розмір зерна в ферито-перлітній матриці. Встановлено, що зі збільшенням навантаження змінюється величина коерцитивної сили, як наслідок змінюється бал зерна.

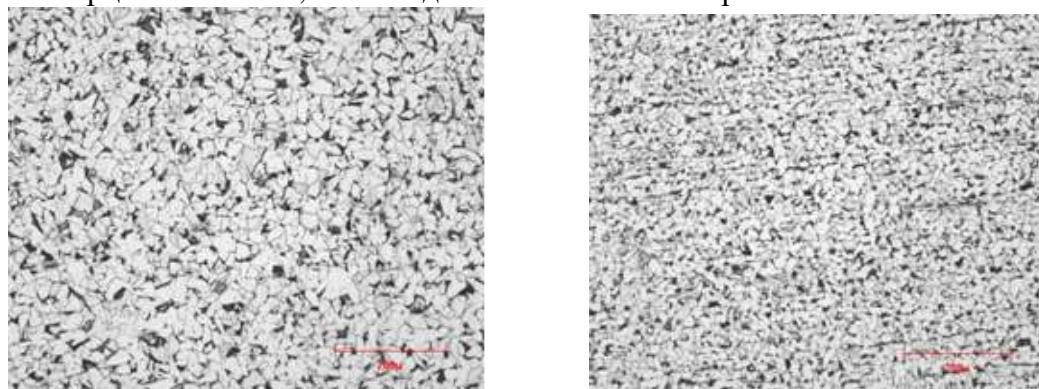


Рис.2 – Мікроструктура сталі 09Г2С зразка свідка х100 (а) та (б) після навантаження х100 (точка плинності)

Висновки:

1. Величина коерцитивної сили дозволяє виявити, зони де відбулася пластична деформація.
2. Проведені металографічні дослідження дозволили виконати оцінку змін, що відбулися за величиною зерна, як в балах так і абсолютних значеннях.
3. Практична цінність отриманих результатів полягає в тому, що величина коерцитивної сили дозволяє оцінити технічний стан конструкційних сталей.

Список посилань

1. Середа Б.П., Сухомлін В.І., Волох В.І., Середа Д.Б., Аналіз причин розтріскування труб котла утилізатора. *Український журнал будівництва та архітектури*. Науково практичний журнал. ПДАБА Дніпро, Вип.№1 січень-лютий — 2021.— С.95-101.

2. Брехаря Г.П., Сухомлин В.И., Волох В.И., Магнитный контроль по коэрцитивной силе сталей 09Г2С, 0, Зпс при деформационных статических нагрузжениях. / Строительство, материаловедение, машиностроение//Сб. научн.трудов.Вып.59,- Дн-ск, ГВУЗ»ПГАСА», 2011.-184с.

3. Середа Б. П. Металознавство та термічна обробка чорних та кольорових металів: підручник для студ. вузів. - Запоріжжя: ЗДІА, 2008.- 302 с.

4. Середа Б.П., Волох В.І., Застосування магнітного коерцитиметричного методу для контролю стріли вантажопідйомного крану,. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем» Том 2: матеріали X міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 29-30 квітня 2020р.): Чернігівський національний технологічний університет

УДК 621.375.826:621

Салій С.С., аспірант

Головко Л.Ф., докт. техн. наук, професор

Романенко В.В., канд. техн. наук, доцент

Блощицин М.С., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»,

saliysergiys@gmail.com

ВИГОТОВЛЕННЯ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ БІМЕТАЛІВ КОМБІНОВАНИМИ ЛАЗЕРНО-ЛИВАРНИМИ ПРОЦЕСАМИ

Одною із основних проблем виходу із ладу компонентів обладнання, що працюють в агресивному середовищі є корозійне та абразивне зношування, до таких можна віднести реактори, резервуари, теплообмінники та трубопроводи в енергетичній, хімічній, нафтопереробній промисловостях [1–3] Сплави, які можуть забезпечити певну стійкість до корозії в агресивному середовищі мають високу вартість. Однак немає необхідності виготовляти весь компонент з корозійно-стійкого матеріалу, а лише його поверхню, яка має прямий контакт з агресивним середовищем, який у більшості випадків не перевищує 4-5 мм. Розглянутий підхід полягає у використанні порівняно недорогого матеріалу (наприклад, нелегованої сталі) та плакуванням його шаром корозійно-стійкого сплаву, такого як нержавіюча сталь або нікелевий сплав, що забезпечує можливість роботи в агресивному середовищі.

У даному дослідженні нікелевий сплав марки ХН60ВТ+Мо та сталь Ст3 були з'єднані за допомогою комбінованого лазерно-ливарного процесу. На першому етапі на поверхні функціонального нікелевого сплаву за допомогою сфокусованого лазерного променю здійснювалось формування регулярного макрорельєфу наперед визначеними геометричними формою та розмірами. Далі заформовували у піщану форму зразки та заливали перегрітий розплав другого компоненту біметалу зі сторони нанесених регулярних макроструктур. Вплив температури заливання та нанесеного регулярного макрорельєфу на переходну зону з'єднання оцінювали за допомогою світлової та скануючої(растрової) мікроскопії, методів енергодисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDS), рентгеноструктурного фазового аналізу та тестів на мікротвердість. Перед проведенням експерименту було проведено моделювання температурного поля у двофазовому середовищі в процесі сплавлення біметалу. Результати показують, що за рахунок зміни форми виступів регулярної топографії на поверхні функціонального шару можна керувати тепловідводом в зоні сплавлення.

Проводилося моделювання розподілу температур, зміни положення і форми міжфазної границі за допомогою методу рухомої границі відповідно до задачі Стефана в програмному пакеті «Comsol Multiphysics» v.5.5. у зоні сплавлення складових біметалу. Даний процес адаптований у відповідності із оригінальними дослідженнями в [4, 5].

Після проведення розрахунку можливий перегляд результатів у вигляді тривимірних графіків, ізоліній чи таблиць. Окрім даних про температурне поле можливий перегляд числових параметрів розрахунку у вигляді положення вузлів сітки, графік часових та просторових кроків та ін. Досить наглядними є тривимірні моделі з градієнтами температур, що відображають зміну температурного поля по всьому об'єму (рис. 1).

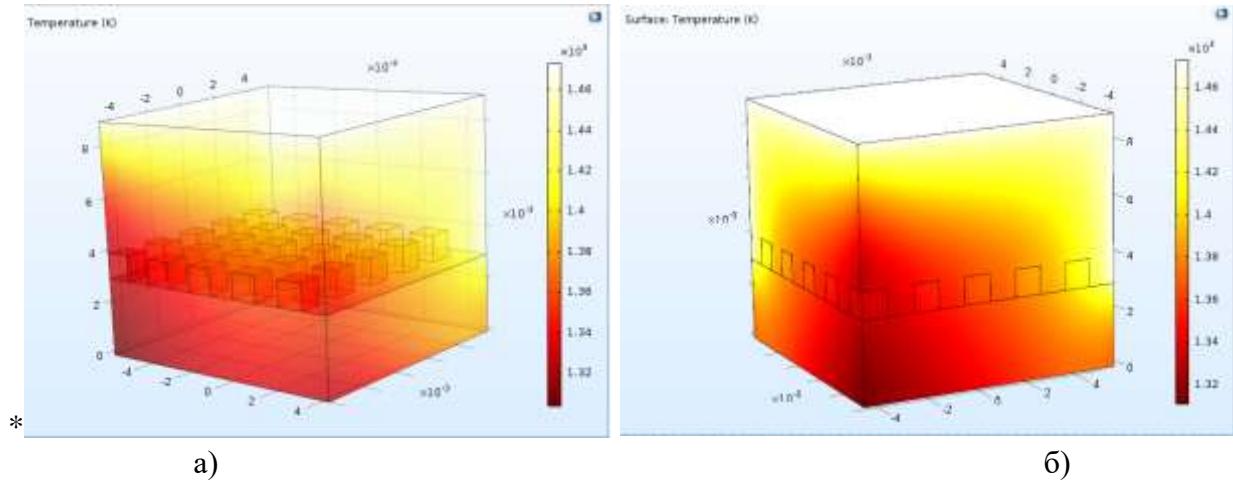


Рис. 1 – Зміна температурного поля по всьому об'єму на межі середовищ: а – непрозора модель, б – напівпрозора модель.

На рис.2 показана еволюція поля температури і геометрії міжфазної границі при взаємодії рідкої та твердої фаз компонентів досліджуваної області у різні моменти часу. Починаючи з 4 секунди температура на поверхні виступів перевищує температуру плавлення твердого компоненту і знаходитьться в межах 1740-1750°K, далі відбувається активна деградація профілю виступів, яка триває до 12 с.

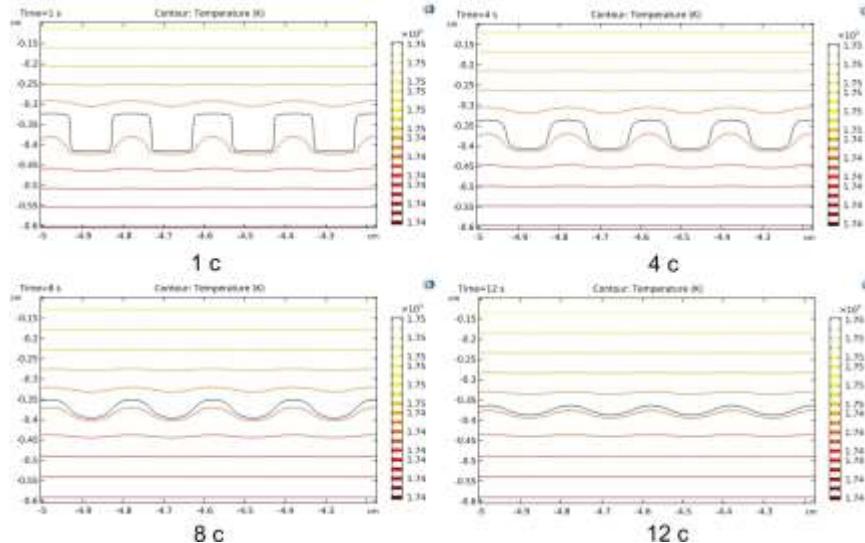


Рис.2 – Температурні контури теплових потоків та межа фаз в області розрахунку в різні моменти часу від початку взаємодії з розплавом температурою 1873°K

Внаслідок такого локального підвищення температури в зоні сплавлення утворюється надійне з'єднання складових. Встановлено, що вирішальну роль на формування високоякісної структури біметалу з плавним градієнтом властивостей відіграють оптимальні значення висоти виступів і величини кроку між ними, які в даному випадку становлять 0,5 мм і 1,5 мм відповідно.

Розглянемо деякі важливі для нас моменти із теорії двофазної зони [6],[7], яка добре описує кристалізацію широкого класу металевих двокомпонентних сплавів. Як слідує із

назви, основною концепцією є введення зони*, в якій існують одночасно тверда і рідка фази. У довільній системі просторових координат стан двофазної зони описується системою рівнянь:

$$T_L = \varphi(C), \quad (1.1)$$

$$\alpha \Delta T - \theta \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial T}{\partial t}, \quad (1.2)$$

$$\nabla(DS\nabla C) + k(C)C \frac{\partial S}{\partial t} = \frac{\partial(SC)}{\partial t}, \quad (1.3)$$

де T – температура,

C – концентрація домішкового компоненту,

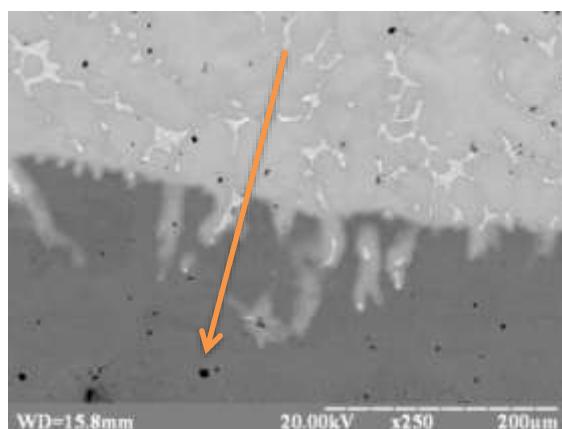
S – частка рідкої фази,

D – коефіцієнт дифузії,

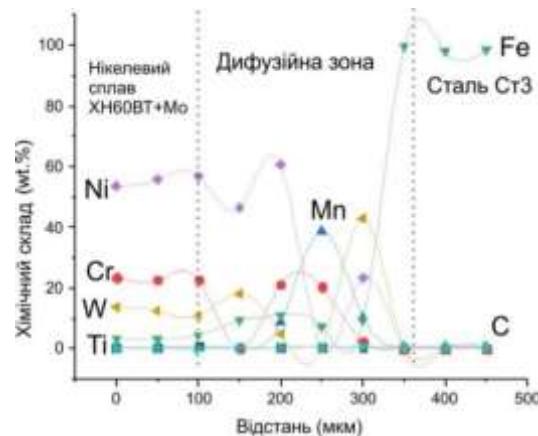
α – коефіцієнт температуропровідності і t - час.

Рівняння (1.1) є рівнянням лінії ліквідусу і означає стійкий рівноважний стан рідини всередині зони, що кристалізується.

Значний інтерес представляють зони сплавлення складових біметалу, що мали місце в 98% від загальної кількості зон контакту, де конфігурація регулярних макроструктур була $b \times h = (1,5 \times 0,5)$ мм (b -інтервал, h – висота) (Рис.3) і які забезпечують металургійний зв'язок між ними.



а)



б)

Рис.3 – а - вигляд мікроструктур зон з'єднання на растровому силовому мікроскопі (збільшеннях: 250х) зразка $b \times h = (1,5 \times 0,5)$ мм біметалу нікелевий сплав – сталь Ст.3, з висотою виступів 0,5мм і кроком 1,5 мм при збільшеннях: б - розподіл хімічних елементів у переходному шарі зони сплавлення біметалу (Енергодисперсійна рентгенівська спектроскопія (EDX)) із параметрами макроструктур $b \times h = (1,5 \times 0,5)$ мм біметалу.

Спостерігаються дифузійні процеси (вздовж жовтого маркеру рис. 3а) внаслідок розлегування нікелевого сплаву напрямлені у сталь Ст3 глибиною в середньому 250-320 мкм (рис.3, б).

Вміст фази Ni - Cr - Fe у наплавленому шарі становить 86.4%, що обумовлено більшими розмірами і однорідністю структури зон сплавлення. Цьому свідчить також підвищена кількість фази Fe 0.507 – Ni 0.493 (тетратасеніту) 13.6 % (рис.4).

Наведене свідчить, що виступи на функціональній складовій практично повністю розплавилися, внаслідок чого утворився розчин нікелевого сплаву у вуглецевій сталі. Границя розділу розмита, має хвилясту форму, що обумовлено геометрією виступів, які були на поверхні нікелевого сплаву до взаємодії з розплавом.

Також на шліфах зразків біметалів, функціональна складова яких мала макрорельєф ($1,5 \times 0,5$) мм, визначався розподіл мікротвердості в напрямку перпендикулярному зоні з'єднання від поверхні до вуглецевої сталі при навантаженні 50 ГПа. Результати вимірювання мікротвердості, значення достатньо плавно зменшуються від 5–6 ГПа у нікелевому сплаві, потім плавно підвищуються до 6,8–7 у зоні сплавлення, 3–4 ГПа у вуглецевій сталі.

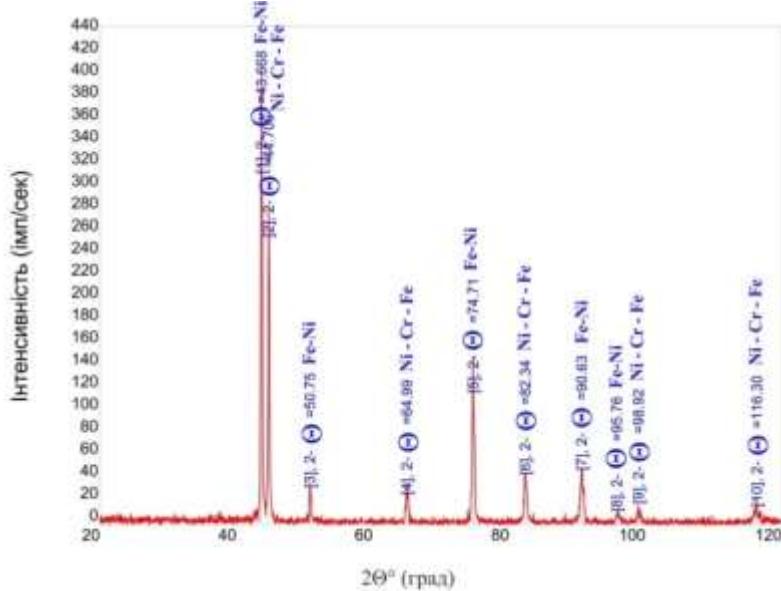


Рис. 4 – Дифрактограма у переходному шарі зони сплавлення біметалу із параметрами макроструктур $b \times h = (1,5 \times 0,5)$ мм біметалу

Реалізовано комбінований лазерно-ливарний процес виготовлення біметалів ХН60ВТ+Мо–Сталь Ст3 товщиною 10мм, який не має аналогів, відрізняється високою продуктивністю і якістю виробів при визначеній конфігурації регулярного макрорельєфу, висоти виступів і величини кроку між ними, які в даному випадку становлять 0,5 мм і 1,5 мм відповідно, конкурентоспроможною собівартістю та можливістю повної автоматизації. Доведено, що в зоні сплавлення складових біметалу нікелевого сплаву Н60ВТ і сталі Ст.3 утворюється переходний шар, де наведені структурно-фазові зміни добре корелюють з результатами вимірювання мікротвердості. Моделюванням визначено температуру розплаву конструкційної складової (при сталому об’ємі) необхідну для поетапного розплавлення вершин виступів з різними геометричними параметрами на функціональній складовій.

Список посилань

1. Baron C., Bartocha D., Szajnar J. The determination of the thickness of composite layer for ball casting //Archives of Materials Science and Engineering. – 2007. – Т. 28. – №. 7. – С. 425-428.
2. J. Gawroński, J. Szajnar, P. Wróbel / Study on theoretical bases of receiving composite alloy layers on surface of cast steel castings // Journal of Materials Processing Technology, Vol. 157–158, 2004, Pages 679-682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2004.07.153>
3. Szajnar J., Wróbel P., Wróbel T. Model castings with composite surface layer-application //Archives of Foundry Engineering. – 2008. – Т. 8. – №. 3. – С. 105-110.
4. Wolff, F., Viskanta, R. Solidification of a pure metal at a vertical wall in the presence of liquid superheat. International journal of heat and mass transfer. 1988. Vol. 31, No. 8. С. 1735–1744.
5. Alexiades, V., Hannoun, N., Mai, T. Z. Tin melting: Effect of grid size and scheme on the numerical solution. Electronic Journal of Differential Equations (EJDE)[electronic only]. 2003. Vol. 2003. С. 55–69
6. Борисов В.Т. Теория двухфазной зоны металлического слитка.— М.: Металлургия, 1987.— 224 с.
7. Александров, Д. В., Галенко, П. К. Дендритный рост с вынужденной конвекцией: методы анализа и экспериментальные тесты. Успехи физических наук. 2014. Vol. 184, No. 8. С. 833–850.

УДК 539.219.3:53.09

Мазанко В.Ф., докт. техн. наук
Герцикен Д.С., канд. фіз-мат. наук
Зайцева Н.В., канд. техн. наук
Богданов С.Є., канд. фіз-мат. наук

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, м. Київ, vamazanko@imp.kiev.ua
Новомлинець О.О., докт. техн. наук
Національний університет «Чернігівська політехніка», oon1@ukr.net
Міронов Д.В., канд. фіз-мат. наук
Самарський державний аграрний університет

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ДЕФОРМАЦІЇ НА ОСОБЛИВОСТІ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ РІЗНИХ ВИДАХ ОБРОБКИ ТА РУХЛИВІСТЬ АТОМІВ У МЕТАЛАХ І СПЛАВАХ

Відомо що рухливість атомів в імпульсно деформованих металах суттєво залежить від швидкості пластичної деформації $\dot{\varepsilon}$, c^{-1} . Більше того, як показано у роботі [1], яку б форму не мала швидкісна залежність само- і гетеродифузії: прямолінійну, з екстремумом або з точкою перегину, залежність механічних властивостей від $\dot{\varepsilon}$ описується аналогічною функцією. Отже є кореляція між їх залежностями від швидкості деформації.

Особливості міграції атомів в імпульсно деформованих металах (ОЦК - Fe, Mo, Nb, W; ГЩП - Co, Zn, Ti; ГЦК - Ni, Cu, Al, ГЦТ - Sn) та сплавах на їх основі вивчали методами, що базуються на застосуванні радіоактивних індикаторів (^{55}Fe , ^{95}Nb , ^{99}Mo , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{63}Ni , ^{26}Al , ^{44}Ti тощо).

Для деформування металів в широкому інтервалі швидкостей деформації ($\dot{\varepsilon}$, c^{-1}) застосовували різне традиційне або спеціально сконструйоване обладнання: установку для дифузійного зварювання (10^{-2} - $0,1 \text{ c}^{-1}$); установку для ультразвукової ударної обробки ($0,1$ - $0,6 \text{ c}^{-1}$); прокатний стан ДУО 170 (1 - $\sim 20 \text{ c}^{-1}$); установку для ударного зварювання в вакуумі УСВ ($0,5$ - $\sim 300 \text{ c}^{-1}$), що дозволяє здійснювати імпульсне навантаження за допомогою удара по зразку вантажем, який вільно падає або розганяється; пристрій для ударного навантаження металів (10^2 - 10^3 c^{-1}), імпульсний вплив в якому здійснюється снарядом, який горизонтально летить; установку МІУ-23, принцип навантаження в якій полягає в зіткненні внутрішнього зразка з зовнішнім зразком, який розганяється в імпульсному електромагнітному полі ($5 \cdot 10^2$ - $5 \cdot 10^4 \text{ c}^{-1}$); зварювальний комплекс, який здійснює зварювання за рахунок енергії вибуху (10^5 - 10^6 c^{-1}).

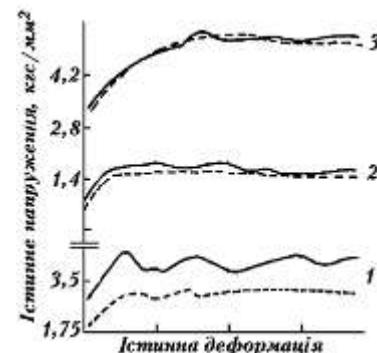


Рис. 1 – Криві напружень-деформація, отримані при різних обробках (суцільна крива - розтягнення, штрихова - кручення) з $\dot{\varepsilon} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$ (1), $4 \cdot 10^{-2} \text{ c}^{-1}$ (2), $2,5 \text{ c}^{-1}$ (3).

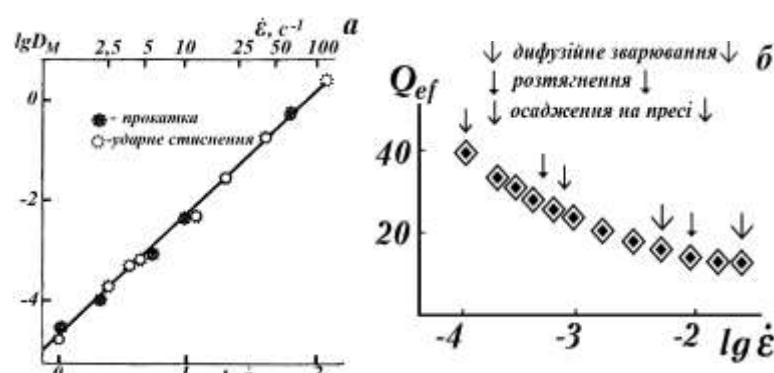


Рис. 2 – Залежність коефіцієнтів самодифузії заліза (a) та енергії активації (б) від швидкості деформування різними способами.

Як видно з рис. 1, зростання швидкості деформації призводить до зменшення різниці кривих напруження-деформація, отриманих при різних обробках, і при $\dot{\varepsilon} \geq 1 \text{ c}^{-1}$ вони становляться практично однаковими. Analogічним чином, починаючи приблизно з таких значень $\dot{\varepsilon}$, коефіцієнти масоперенесення (дифузії) при різних способах навантаженнях укладаються на прямолінійну залежність (в логарифмічних координатах) КД від швидкості деформації (рис. 2 а) і при однакових значеннях $\dot{\varepsilon}$ також однаковими стають величини D_M при прокатці та ударному стисненні. Слід зауважити, ця закономірність (перекриття інтервалів значень Q_{ef} для різних способів обробки) має місце і для енергії активації навіть при значно менших швидкостях деформації (рис. 2 б).

Таблиця 1 – Вплив швидкості пластичної деформації на проникнення атомів ^{55}Fe и ^{85}Kr у залізо і твердий розчин вилучення аргону у залізі при 300 K (D_M , см $^2/\text{c}$).

$\dot{\varepsilon}, \text{c}^{-1}$	Залізо		Залізо –argon	
	^{55}Fe	^{85}Kr	^{55}Fe	^{85}Kr
0,2	$1,8 \cdot 10^{-8}$	$3,1 \cdot 10^{-10}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$	$\sim 1 \cdot 10^{-11}$
50	$5,1 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$
$4 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-4}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$
$3 \cdot 10^3$	15,5	3,5	10,0	2,0
$4 \cdot 10^5$	10,1	2,6	7,1	1,5
10^6	28,0	7,5	20,0	6,6

Таблиця 2 – Відношення рухливості атомів елементів, які утворюють тверді розчини заміщення, в різних металах за умов високошвидкісної деформації.

T, K	$*\text{Me}$	$\sim \dot{\varepsilon}, \text{c}^{-1}$	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
293	^{63}Ni	D_M^{Fe} / D_M^{Cu}	6,7	3,6	1,6	0,85	1	1	1
373	^{63}Ni	D_M^{Co} / D_M^{Sn}	49	21	8	1,8	1	1	1
573	^{55}Fe	D_M^{Zn} / D_M^{Nb}	10000	4200	650	14	10	4,5	1,4
823	^{55}Fe	D_M^{Al} / D_M^W	29210	9850	1005	155	65	17	2

Отже із збільшенням $\dot{\varepsilon}$ має місце зближення механічних властивостей при різних обробках та ефект нівелювання природи дифузанту і деформованого матеріалу

Список посилань

- Герцрікен Д.С. Швидкість деформації, рухливості атомів і механічні властивості металів. / Герцрікен Д.С., Мазанко В.Ф., Гусак А.М., Богданов С.Є. // МОМ, 27(97). – № 1 (2021). – с. 28-37.

УДК 621.78 : 669.2

Долгов М.А., докт. техн. наук, доцент

Калініченко В.І., канд. техн. наук

Інститут проблем міцності імені Г.С.Писаренка НАН України, dna@ipp.kiev.ua

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Титанові сплави мають унікальні властивості, серед яких висока питома міцність, корозійна стійкість і досить висока температура плавлення. Тому ці сплави широко застосовуються в авіа-, судно-, ракетобудуванні та медицині. Застосування даних матеріалів обмежує їх невисока твердість, висока вартість, надзвичайно низька зносостійкість, висока схильність до налипання, великий коефіцієнт тертя в парі практично з усіма матеріалами та висока хімічна активність під час нагрівання вище 500 °C. Для високоміцних титанових сплавів як недолік слід зазначити чутливість до якості поверхні та концентраторів напружень.

Для зниження цих недоліків титанових сплавів використовують різноманітні технологічні процеси зміцнення. Поряд з методами зміцнення об'ємного впливу на металеві матеріали (термомеханічна обробка, загартування, старіння) використовують також поверхневу обробку концентрованими потоками енергії ($10^3 - 10^5 \text{ Вт}/\text{см}^2$) [1]. До них відносяться іонне, лазерне, електромагнітне випромінювання та плазмові потоки [2–4]. Під час дії концентрованих потоків енергії спостерігається радіаційний та тепловий вплив одночасно, які викликають структурні процеси в нерівноважних умовах, завдяки чому досягається високий рівень фізико-механічних властивостей.

Імплантация поверхні титанових сплавів іонами різних металів дозволяє управляти хімічним та фазовим складом поверхневих шарів, тобто проводити легування різними елементами в необхідних кількостях. У переважній більшості випадків використовують імплантацию іонами газів (азоту, аргону та водоводу). Імплантация іонами металів не дуже розповсюджена. Цей технологічний процес має ряд переваг в порівнянні з іншими способами поверхневої обробки: поверхневі властивості сплаву можна змінювати незалежно від його об'ємних властивостей, процес імплантациї не має термодинамічних обмежень, початкові розміри деталей та ступінь шорсткості поверхні не змінюються, низька температура процесу, параметри процесу легко контролюються та можуть бути відтворені з високим ступенем точності. Разом з тим процес іонної імплантациї має ряд недоліків. Її неможливо застосувати до зразків зі складною геометрією. Також виникають технологічні проблеми під час обробки внутрішніх поверхонь.

Застосування комбінованого поверхневого зміцнення сплаву ВТ-6 під час імплантациї іонами азоту з модифікуванням в плазмі алюмінієвого сплаву збільшує стійкість поверхні до абразивного впливу більш ніж в 4 рази, а мікротвердість поверхні – в 1,5 рази [5]. Насичення поверхневих шарів азотом під час іонної імплантациї збільшує опір зародженню мікротріщин внаслідок збільшення рівня залишкових напружень стиску, що підвищує витривалість титанових деталей [6].

Механічна обробка (поверхневе пластичне деформування) титанових сплавів сприяє подрібненню зерна та наклепу поверхневого шару, таким чином, збільшуючи мікротвердість та зносостійкість. Цей метод використовують також в комбінації з іншими методами.

З усіх видів хіміко-термічної обробки титанових сплавів найбільшого поширення набуло азотування [7]. Однак під час цього процесу виникає тривалий високотемпературний нагрів та крихкість одержуваних азотованих шарів. Високі температури під час обробки можуть призводити до зміни структури металу та зниження характеристик міцності. Тому актуальним є розвиток перспективних методів модифікації поверхні сплавів титану з мінімальним або низьким термічним впливом, зокрема, методу плазмового термоциклічного азотування [8].

На підставі проведеного аналізу методів поверхневого зміщення титанових сплавів зроблено висновок, що відомі способи зміщення мають як переваги, так і недоліки, пов'язані з особливостями обладнання та технологічних процесів. Плазмове термоциклічне азотування належить до перспективних напрямків поверхневого модифікування титанових сплавів, що дозволяє підвищити триботехнічні характеристики та циклічну міцність деталей.

Список посилань

1. Модифицирование и легирование поверхности лазерными, ионными и электронными пучками / Под ред. Д.М. Поута, Г. Фоти, Д.К. Джекобсона. – М. : Мир, 1987. – 424 с.
2. Коваленко В. С., Головко Л. Ф., Черненко В. С. Упрочнение и легирование деталей машин лучем лазера. – Киев : Техника, 1990. – 192 с.
3. Иванов, И.В., Руденя Е.А. Влияние удельной поверхностной энергии электронного пучка на толщину закаленного слоя при вневакуумной электронно-лучевой обработке титанового сплава ОТ4 // Актуальные проблемы в машиностроении. 2018. Т. 5. № 3–4. С. 106 – 112.
4. Лещинский Л.К., Самотугин С.С., Пирч И.И., Комар В.И. Плазменное поверхностное упрочнение. – Киев : Техника, 1990. – 109 с.
5. Александров Д.А., Мубайджян С.А., Луценко А.Н., Журавлева П.Л. Упрочнение поверхности титановых сплавов методом ионной имплантации и ионного модифицирования // Авиационные материалы и технологии. 2018. № 2 (51). С. 33 – 39.
6. Шаркеев Ю.П., Кукареко В.А., Ерошенко А.Ю. и др. Ионная имплантация как метод повышения циклической долговечности титана в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состояниях // Перспективные материалы. 2011. № 12. С. 136 – 142.
7. Федірко В.М. Азотування титану та його сплавів. / Федірко В.М., Погрелюк І.М. – К. : Наукова думка, 1995. – 220 с.
8. Dolgov N.A., Rutkovsky A.V. The influence of plasma thermocycling nitriding treatment of 18HGT steel on the microhardness // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей Х Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 29 – 30 квітня 2020 р.) : у 2-х т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 2. – С. 16 – 17.

УДК 621.791.4

**Федорчук В.Є., канд. техн. наук
Фальченко Ю.В., докт. техн. наук
Петрушинець Л.В., канд. техн. наук
Рябець Ю.А., зав. групою
Коваль В.А., провідний інженер
Кисла Г.П. канд. техн. наук**
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ, falchenko@paton.kiev.ua
ТОВ «Технології високих енергій», м. Вінниця

ВПЛИВ РІЗНИХ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ НА ЗВАРЮВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ПЛАВЛЕННЯМ

Американські дослідники, при вивченні алюмінієвого сплаву 2219 системи легування Al-Cu, зробили висновки, що він є чутливим до перегріву, і це слід враховувати при виборі оптимального способу і технології зварювання [1]. Загально відомим також є те, що отримання якісних зварних з'єднань алюмінієвих сплавів стає можливим тільки при отриманні щільної литої структури зварного шва. А для цього необхідно дотримання зокрема таких умов:

- 1) Обмеження перегріву рідкого металу ванни, що ініціює укрупнення структурних складових сплаву та сприяє підвищенню розчинення газів в металі швів.
- 2) Максимального скорочення часу перебування зварної ванни у рідкому стані.

3) Швидкого охолодження з рідкого стану, що сприяє отриманню найбільш сприятливої дендритної структури і не викликає утворень великих місцевих напружень.

Ці умови зварювання у свою чергу можуть бути забезпечені використанням максимально концентрованих, інтенсивних джерел нагріву, а також імпульсних процесів, для оптимізації рівня тепловкладення у матеріал, тим самим, зменшуєчи ширину ЗТВ і рівень розміщення металу та вірогідність виникнення гарячих тріщин і зварювальних напружень.

Виходячи з вище наведеного, найбільш розповсюджене в промисловості, зварювання неплавким електродом для з'єднання алюмінієвих сплавів системи Al-Cu не задоволяє другий та третій пункти. Більш доцільним виглядає зварювання плавким електродом. На відміну від TIG зварювання воно забезпечує більш високу продуктивність процесу, зменшення залишкових деформацій зварних конструкцій, а особливо з тонколистового металу.

Однак недоліком зварювання плавким електродом стаціонарною дугою в аргоні є менш якісне формування шва (значна випуклість шва та специфічна форма проплавлення з різким звуженням у корені шва), істотні втрати легколетких легуючих елементів та підвищена пористість швів. Це спричиняє зниження механічних та корозійних властивостей зварних з'єднань.

Для підвищення якості металу шва запропоновані більш досконалі способи зварювання плавким електродом: імпульсно-дугове зварювання, зварювання з використанням аргоно-гелієвих сумішей у якості захисного газу або комбінований процес [2, 3, 4].

Відомо, що при зварюванні плавким електродом незалежно від діаметру дроту та марки сплаву, збільшення вмісту гелію в суміші з аргоном потребує і збільшення до 25-60% напруги на дузі (в залежності від величини струму). При цьому зростає її потужність. Зі збільшенням в захисному газі вмісту гелію до 100% ($I_{зв}=\text{const}$), середня температура крапель знижується на 200-220 °C [5], а середня температура металу зварювальної ванни зростає на 35-45 °C [6]. Збільшення температури ванни пов'язане з тим, що гелій маючи більш високий потенціал іонізації і більшу теплопровідність, викликає перерозподіл падіння напруги на аноді і катоді [7] і чинить стискучу дію на стовп дуги. Зі зменшенням діаметру стовпа дуги збільшується щільність енергії та ефективний ККД дуги, створюються умови для більш концентрованого введення тепла в зварюваний метал.

Зміна теплового стану металу зварювальної ванни та електродних крапель при введенні гелію в аргон значно змінює геометричну форму швів. Як при незмінному зварювальному струмі так і при сталій погонній енергії підвищення вмісту гелію приводить до збільшення глибини проплавлення, ширини шва, довжини зварювальної ванни та зменшенню опукlostі шва. При цьому для кожного складу захисного газу існує свій діапазон швидкостей зварювання (у межах 2-3 м/г), при яких досягається мінімальна кількість пор у швах. Незалежно від параметрів режиму зварювання і марки металу підвищення вмісту гелію дозволяє мінімізувати рівень пороутворення, що часто також є складною проблемою при зварюванні плавленням високоміцніх алюмінієвих сплавів.

З підвищенням вмісту гелію у захисній газовій суміші середня температура ванни росте, а електродних крапель - знижується, наслідком чого є збільшення часу існування рідкої ванни і ступеню її дегазації та зниження вигорання легуючих елементів, які знаходяться у зварювальному дроті, також знижується вірогідність утворення зародків пор на стадії краплі. Із використанням відповідних гелій-argonових сумішей при зварюванні високоміцніх алюмінієвих сплавів можна при рівній глибині проплавлення зменшити ширину швів, підвищити на 40...60% швидкість зварювання, зменшити витрати дроту на 10...20% і понизити об'єм пустот у наплавленому металі у 2-8 разів.

Таким чином, застосування суміші гелію з аргоном забезпечує сприятливу форму швів, збільшення глибини проплавлення, високу щільність металу шва, відсутність оксидних плівок, що дає можливість отримати доброкісні шви, поліпшити їх механічні властивості, підвищити швидкість зварювання.

Список посилань

1. Aluminum and Aluminum Alloys.// ASM Specialty Handbook / edited by J.R. Davis; prepared under direction of the ASM International Handbook Committee. – «ASM International» - 1993. 784 р.
2. Современные способы сварки алюминиевых сплавов (Обзор) / А.Я.Ищенко, И.В.Довбищенко, В.П.Будник и др.//Автомат. сварка.- 1994.-№ 5-6.-с.35-37.
3. Влияние режимов импульсно-дуговой сварки алюминия АД0 на форму и пористость швов / В.С.Машин, В.М.Павшук, И.В.Довбищенко и др. // Автомат. сварка.-1991.-№ 4.-с.57-60.
4. Довбищенко И.В., Ищенко А.Я., Машин В.С. Применение гелия при сварке алюминиевых сплавов плавящимся электродом (Обзор)// Автомат. сварка.-1997.- № 2.-с.14-19.
5. Средняя температура металла электродных капель при сварке алюминиевых сплавов в инертных газах /А.Я.Ищенко, В.С.Машин, И.В.Довбищенко и др.//Автомат. сварка.-1994.-№ 1.-с.48-49.
6. Средняя температура металла ванны при дуговой сварке алюминиевых сплавов в инертных газах/ А.Я.Ищенко, В.С.Машин, И.В.Довбищенко и др.//Автомат. сварка.-1994.-№ 11.-с.15-19.
7. Технологические особенности сварки плавящимся электродом алюминиевых сплавов больших толщин в узкощелевую разделку / В.И.Завирюха, Ю.А.Рябец, Б.А.Стебловский и др. // В кн.: Актуальные проблемы сварки цветных металлов: Докл. II Всесоюзн. конф. Киев: Наук. думка, 1985, с. 79-84.

УДК 621.793

Казимиренко Ю. О., докт. техн. наук, професор
Лебедєва Н. Ю., канд. техн. наук, доцент
Дрозд О. В., канд. техн. наук, доцент
Косач О. В., студентка магістратури

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв,
u.a.kazimirenko@gmail.com

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ І ПОКРИТТІВ У СУДНОБУДІВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Підвищення техніко-економічних та експлуатаційних показників суден і об'єктів океанотехніки безпосередньо залежить від впровадження нових проектних підходів з визначним вкладом конструкційних, захисних, ремонтних матеріалів, хімічний склад, структура і властивості яких забезпечать спроможність конструкцій працювати в умовах корозійного та механічного зношування, вібрацій, підвищених температур, термоциклічних навантажень тощо. Їх впровадження спрямовано на вирішення проблем ізоляції транспортного обладнання (контейнерів, танків, ємкостей тощо) для перевезення вантажів, які вимагатимуть спеціальних температурних умов (наприклад, гарячих наливних, криогенних, радіоактивних речовин).

Зростання попиту на нові композиційні матеріали та технології обумовлено необхідністю проектування та побудови транспортних і промислових суден, нафтovidобувних морських комплексів, суден берегової охорони та екологічного флоту, зокрема для збирання сміття у морських та річкових акваторіях, підводних трубопроводів та підводних технічних засобів для шельфової добичі та розвідування корисних копалин.

Метою роботи є складання алгоритму вирішення технологічного завдання розробки та впровадження нових композиційних матеріалів і покриттів у суднобудівні технології з формулюванням експлуатаційних вимог та техніко-економічних критеріїв.

В основу досліджень покладено доробок та особистий досвід авторів в області створення комплексно-захисних композиційних матеріалів і покриттів для суднобудування [1, 2], методологічне підґрунтя з інженерної та наукової діяльності на об'єктах суднобудування та океанотехніки [3].

Техніко-економічне обґрунтування щодо вибору матеріалів повинно враховувати мінімізацію маси конструкцій, матеріальних витрат, раціональне використання матеріалів, трудомісткість виконання робіт і складність конструкцій. На рис. 1, як приклад, наведено алгоритм вирішення технологічного завдання підвищення захисту елементів суден для транспортування радіоактивних вантажів. Крім загальноприйнятих вимог до механічної міцності, горючості та корозійної стійкості ці матеріали повинні забезпечувати певні механізми послаблення іонізуючих випромінювань та бути спроможними працювати в умовах хімічно активних речовин, підвищених температур і термоциклічних навантажень.



Рис.1 – Алгоритм вирішення технологічного завдання підвищення захисту елементів суден для радіоактивних вантажів

Висновки: Сформульовано техніко-економічні критерії, за якими відбувається впровадження нових композиційних матеріалів і покріттів у суднобудівні технології. Складено алгоритм вирішення технологічного завдання підвищення захисту елементів суден для радіоактивних вантажів за рахунок створення нових композиційних матеріалів і покріттів.

Список посилань

1. Казимиренко, Ю. А. Перспективные материалы, способы и технологические направления формирования конструкций биологической защиты судов и плавучих сооружений для радиоактивных грузов // Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy. – Baki : Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası, 2017. – № 2. – С. 39–44.

2. Казимиренко, Ю. О. Теоретичне обґрунтування підвищення техніко-економічних і експлуатаційних показників елементів плавучих споруд для радіоактивних вантажів // East European Scientific Journal Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe. – 2018. – № 8 (36), vol. 1. – P. 38–45.
 3. Інноваційні технології проектування та побудови суден і засобів океанотехніки : монографія / С. С. Рижков, В. С. Блінцов, В. Ф. Кvasницький та ін. – Миколаїв : НУК, 2009. – 356 с.

УДК 539.219.3:53.09

Коваль Ю.Н., член-кор. НАН України

Герцикен Д.С., канд. фіз-мат. наук

Мазанко В.Ф., докт. техн. наук

Інститут металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України, м. Київ, vmazano@imp.kiev.ua

Новомлинець О.О., докт. техн. наук

Національний університет «Чернігівська політехніка», oon1@ukr.net

Міронов В.М., докт. фіз-мат. наук

Самарський державний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОДІЇ МЕТАЛІВ З НЕРОЗЧИННИМИ ДОМІШКАМИ ЗА УМОВ МАРТЕНСИТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Як відомо, за рівноважних умов відсутня розчинність інертних газів у металах та сплавах, і при ізотермічних відпалах атоми аргону, криptonу та ін., введені в метал, наприклад, обробкою в газовому розряді чи опроміненням у реакторі, виходять за межі матеріалу або утворюють газонаповнені пори. Однак, як було показано у [1], при імпульсних видах навантаження, в тому числі при деформуванні за рахунок об'ємного ефекту, який виникає під час мартенситних перетворень із вибуховою кінетикою, відбувається проникнення атомів криptonу ^{85}Kr із попередньо насыченого ним металу у контактуючий з ним метал. Тобто відбувається частковий розпад твердого розчину, який утворився у металі під час насиження, перерозподіл атомів в глиб насыченого, міграція атомів у контактуючий метал і утворення в ньому метастабільного твердого розчину заміщення або вилучення. А також в залежності від умов обробки (температура, час, тощо) виникають різного розміру та кількості пор, що містять інертний газ. Analogічним чином атоми металів та легких елементів з покриття на поверхні чи з попередньо насыченого приповерхневого шару, які є нерозчинними за рівноважних умов, при дії імпульсних навантажень можуть переміщатися в глиб будь-якого досліджуваного металу та утворювати тверді розчини різного типу [1]. Зокрема можливе утворення на поверхні метастабільних твердих розчинів втілення вуглецю в міді.

Деформування здійснювали шляхом використання значного об'ємного ефекту при атермічних мартенситних $\gamma \rightarrow \alpha$ (при охолодженні в рідкому азоті) у гомогенному сплаві заліза з 30% никелю (ГЦК-модифікація) при застосуванні найпростішої схеми обробки. Зі сплаву у ГЦК-фазі робили кубічні зразки, а з заліза – П-подібні. Кубічні зразки з нанесеними або введеними у розряді шарами міченіх атомів поміщали в П-подібні таким чином, щоб був забезпечений контакт між шарами ізотопу на поверхні (^{137}Cs , ^{204}Tl , ^{113}Sn , ^{26}Al , ^{65}Zn) або у приповерхневому шарі (^{41}Ar , ^{85}Kr) кубічного зразка і металічними прошарками або фольгами з Fe чи Fe-Ni, що примикають з іншого боку, де також знаходяться радіоактивні та деякі стабільні ізотопи ізотопи, до

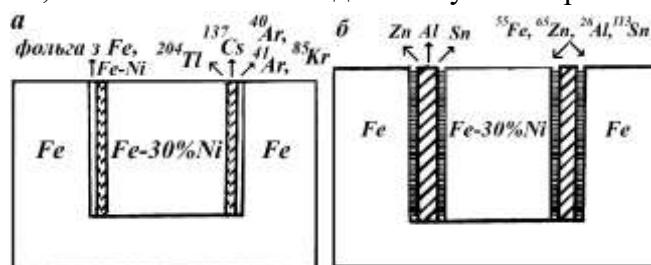


Рис. 1 – Схематичне зображення розташування зразків з фольгами та нанесеними чи насыченими шарами (а), з прошарками та нанесеними шарами (б).

залізних фольг, які, в свою чергу, контактиують з паралельними внутрішніми поверхнями (ніжки літери П) (рис. 1). В цілому зразки, шари ізотопів, прошарки або фольги були розташовані у П-подібному зразку симетрично відносно кубічного. З'єднані таким чином за ковзною посадкою зразки занурювали у рідкий азот (перетворення відбувається в кубічному зразку). Тобто кубічний зразок був підданий дії перетворення та створюваної ним деформації, а П-подібний та металеві прошарки – лише деформації. В зв'язку з тим, що температури плавлення прошарків (олово, цинк, алюміній, талій, цезій) або десорбції інертних газів з насичених шарів заліза та його сплаву з нікелем є досить низькими, то використовували лише пряме мартенситне перетворення (233 – 163 К). Оскільки коефіцієнти лінійного розширення заліза та його сплаву з 30% нікелю є близькими, деформування відбувається в момент вибухового зростання об'єму при атермічному перетворенні.

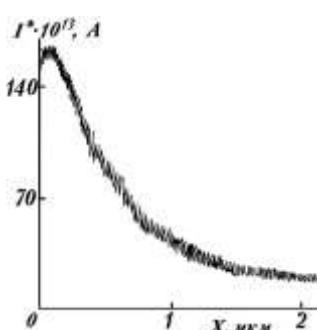


Рис. 2 – Концентраційний профіль розподілу аргону (BIMC) у α -Fe–Ni при деформації

Розглянемо проникнення інертних газів. Для підданих дії лише деформації заліза та сплаву α -Fe – 30% Ni КД криptonу встановляють відповідно $1,1 \cdot 10^{-11}$ та $9,1 \cdot 10^{-12}$ см²/с, для зразка з сплаву, підданих $\gamma \rightarrow \alpha$ перетворення та імпульсної деформації, $D_M^{Kr} = 8,2 \cdot 10^{-11}$ см²/с. Такі ж значення спостерігаються при міграції атомів ^{40}Ar та ^{41}Ar . Проникнення атомів аргону при $\gamma \rightarrow \alpha$ -перетворенні (рис. 2) призводить до його до його розчинення. Параметр гратки заліза, який містить інертний газ, збільшується до 0,28672 нм. Кількість інертного газу в приповерхневих шарах заліза доходить до 0,085%. У Fe–Ni-сплаві в результаті комбінованого впливу вона наближається до десятої долі відсотка ($C = 0,095\%$).

Приблизна оцінка кількості атомів, що приходяться на елементарну гратку твердого розчину метал-інертний газ, дас значення $n_A < 2$, тобто це розчинення по типу вилучення, як при інших видах імпульсного навантаження [1].

Проникнення атомів стабільних цезію та талію при комбінованому впливі показує зміну параметрів гратки a на $\sim 0,001$ нм. При дії тільки деформації можлива зміна a знаходиться у межах похибки. При дифузії ^{137}Cs та ^{204}Tl у залізо та його сплав виникають концентраційні профілі, але скупчень атомів цих металів у дифузійній зоні чи навіть на поверхні немає. Отже внаслідок проникнення атомів відбувається лише їх розчинення. Значення КД цезію становлять $4,3 \cdot 10^{-11}$ та $7,9 \cdot 10^{-11}$ см²/с при дії деформації та комбінованого впливу. Для талію відповідно $4,1 \cdot 10^{-11}$ і $9,0 \cdot 10^{-11}$ см²/с.

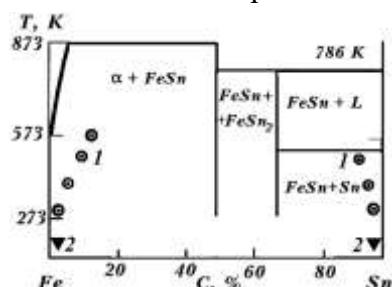


Рис. 3 – Діаграма стану, на яку нанесені концентрації розчинених у залізі атомів Sn та Fe у олові: 1 – удар (20 с⁻¹), 2 – дія $\gamma \rightarrow \alpha$ і ε .

Що стосується взаємодії із залізом олова, цинку та алюмінію, то вони розчиняються у залізі в значній кількості. Однак залізо в них практично не розчиняється. Проте застосування деформації ударним стисненням призводить до появи розчинності. Той же ефект, як виявили дані дослідження, має місце також при деформації за умов мартенситних перетворень при температурах $T < 0^\circ\text{C}$. Як видно з рис. 3, залізо у олові розчиняється подібно розчинному за рівноважних умов олові у залізі і не утворює інтерметалічних фаз. При дії тільки деформації кількість розчиненої речовини зменшується на 20-30%. Слід зауважити, що у розчинах зберігається симетрія вихідних матеріалів. КД Fe у Sn при деформації становить $2,0 \cdot 10^{-9}$ см²/с. КД Sn у Fe та α -Fe–Ni становить $2,1 \cdot 10^{-9}$ та $1,8 \cdot 10^{-9}$ см²/с при деформації і $3,5 \cdot 10^{-9}$ см²/с при комбінованому впливі. Та ж закономірність

спостерігається на інших досліджених металах. При деформації $D_M^{Fe \rightarrow Al} = 3,4 \cdot 10^{-9}$ см²/с, $D_M^{Al \rightarrow Fe} = 9,1 \cdot 10^{-10}$ см²/с, $D_M^{Al \rightarrow Fe-Ni} = 7,9 \cdot 10^{-10}$ см²/с. При комбінованій дії $D_M^{Al \rightarrow Fe-Ni} = 1,5 \cdot 10^{-9}$ см²/с. При деформації $D_M^{Fe \rightarrow Zn} = 1,5 \cdot 10^{-9}$ см²/с, $D_M^{Zn \rightarrow Fe} = 2,5 \cdot 10^{-9}$, $D_M^{Zn \rightarrow Fe-Ni} = 2,5 \cdot 10^{-9}$ см²/с. При комбінованій дії $D_M^{Zn \rightarrow Fe-Ni} = 4,1 \cdot 10^{-9}$ см²/с.

Список посилань

1. Герцикен Д.С. та ін. Массоперенос в металлах при низких температурах в умовах зовнішніх дій. Київ: РІО ІМФ НАНУ, 2001. – 444 с.

УДК 62-503.55

Лебедев В.О., докт. техн. наук, професор

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ,

lebedevvladimir@ukr.net

СПОСІБ РЕГУлювання ПРОЦЕСУ МЕХАНІЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

Розглянемо можливості, які надаються розробнику механізованого дугового обладнання, та інформацію про тимчасові характеристики циклу переносу електродного металу. Відомо, що найважливішим показником зварювання в середовищі CO₂ з короткими замиканнями є їх частота. Забезпечення якості зварювання, стабільності процесу при мінімальних втратах електродного металу на вигоряння та розбризкування можливе при визначеному відношенні часу короткого замикання та циклу переносу краплі. Це відношення виконується при визначеній відповідності напруги та струму зварювання. За даними існуючих робіт можна показати, наскільки інформативними для регулювання зварювання є тимчасові характеристики циклу переносу або характеристики шпаруватості γ у вигляді $\gamma_1 = t_e/T$; $\gamma_2 = t_{kz}/T$. На графіках (рис. 1, рис. 2, рис. 3) показано характерні залежності $\gamma_1 = f(v_n)$; $\gamma_1 = f(I_\delta)$; $\gamma_1 = f(U_\delta)$, де v_n – швидкість нарощання струму короткого замикання $v_n \equiv 1/L$ (L – індуктивність зварювального ланцюга).

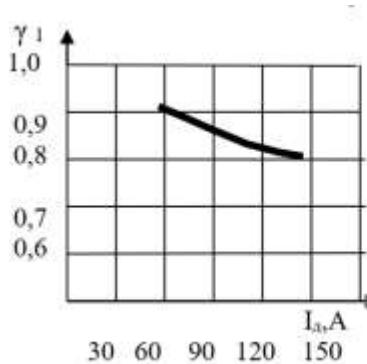


Рис. 1 – Залежність шпаруватості коротких замикань дугового процесу від струму

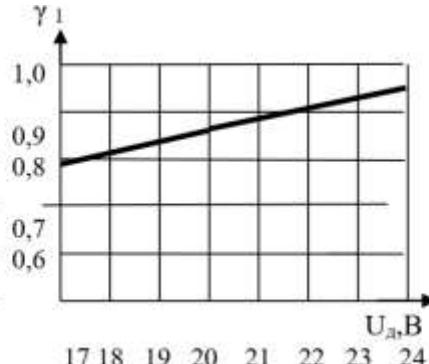


Рис. 2 – Залежність шпаруватості коротких замикань від напруги

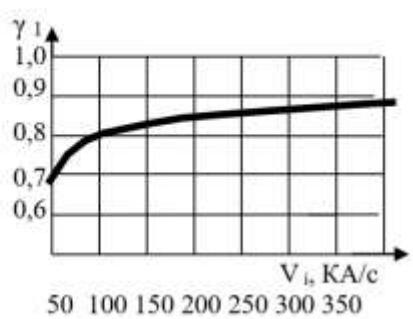


Рис. 3 – Залежність шпаруватості коротких замикань від швидкості нарощання струму дуги

З наведених даних випливає, що за шпаруватістю процесу з короткими замиканнями, що здійснюється від джерела з визначеними характеристиками, можна судити про процес та використовувати як параметр, на який налаштовується та підтримується режим зварювання. Залежності $\gamma_1 = f(I_\delta)$ та $\gamma_1 = f(U_\delta)$ близькі до лінійних та апроксимуються відрізками прямих ліній та застосовані нами при розробці напівавтомата ПШ107 В системи регулювання зварювання з реалізацією способу, що розглядається.

Як приклад технологічних ефектів, що забезпечуються системою регулювання шпаруватості розглянемо зварювання тонколистових металоконструкцій, коли для виключення пропалів та жолоблень намагаються вести зварювальний процес із найменшим тепловкладенням. Зазвичай зниження енергомісту при зварюванні досягають одночасним зниженням струму зварювання та напруги дуги доти, поки процес залишається стійким. Однак, як би не намагалися знизити струм, його значення не може бути менше певної величини, яка забезпечує густину струму у дроті, достатню для її нормального розплавлення. Подальше зниження струму призводить до недостатнього енергомісту в розплавлену ділянку дроту, і, як наслідок, втраті стійкості процесу. Тепловміст у дріті можна підвищити за рахунок збільшення напруги дуги. Якщо ВАХ джерела жорстка, то підвищення напруги призведе до великих значень струмів короткого замикання у моменти переходу краплі у ванну, і, відповідно, до нестабільного процесу.

При високій напрузі дуги збільшується розмір краплі, що супроводжується її перегрівом, вигоранням легуючих елементів та зниженням тривалості коротких замикань (інтегральне значення тривалості), яка переважно і визначає ступінь нагріву у вильоті електродного металу. Процес саморегуляції дуги стає нестійким. У цьому випадку і виникає необхідність ведення додаткового регулювання процесу, яке буде оптимальним, якщо перерозподіляє тепловміст у виліті. У запропонованому нами способі регулювання це здійснюється за рахунок стабілізації інтегральної тривалості коротких замикань шляхом введення в електропривод, що регулюється, зворотного зв'язку по шпаруватості зварювання. У той же час впорядковується частота переносу металу у ванну.

При збільшенні напруги дугового процесу збільшується і довжина дуги, що веде до зниження шпаруватості, і навпаки – при збільшенні довжини дуги шпаруватість збільшується. Крім того, довжина дуги визначає і величину крапель, що переносяться у ванну, а, отже, і їх тепловість. Таким чином, вимірюючи величину шпаруватості напруги дугового процесу і вводячи його у вигляді від'ємного зворотного зв'язку в електропривод, можна стабілізувати довжину дуги при визначеному рівні напруги зварювання. При цьому можна знижувати тепловміст у ванну, забезпечуючи зварювання тонколистового металу на вазі без пропалів, жолоблень та застосування технологічних підкладок, що збільшують затрати на зварювальні роботи.

Шпаруватість деякою мірою характеризує швидкість плавлення дроту та плавку дію дуги (проплавлення основного металу).

Напівавтомат досліджували при зварюванні тонколистових металоконструкцій (товщини до 0,8 мм) дротами СВ08Г2С діаметрами 0,8 та 1,0 мм на вазі без додаткових підкладок на струмах до 60 А. У результаті досліджень отримані наплавлені валики з прийнятною формою підсилення та оберненого формування без пропалів, з малими втратами (3...4%) на розбризкування. Корисним виявляється використання даного напівавтомата у положеннях, відмінних від нижнього. Зварники відзначають спрощення ведення процесу зварювання по вертикалі. Результати порівняння наведені на рис. 4. Застосування регулювання за шпаруватістю дозволяє виключити короблення та пропали.

a)



б)



Рис. 4 – Зразки наплавлення: а – без застосування системи регулювання шпаруватості; б – із застосування системи регулювання шпаруватості

УДК 621. 791

Лебедев В.О., докт. техн. наук, професор

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ, lebedevvladimir@ukr.net

ЕФЕКТИВНЕ МЕХАНІЗОВАНЕ ЕЛЕКТРОДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ СТИКОВИХ ШВІВ ЛИСТОВИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

На даний час все більша увага приділяється новим розробкам подаючих механізмів як суцільного, так і порошкового електродного дроту зі спеціальними системами програмного управління параметрами процесу зварювання. У тому числі з керованою імпульсною подачею, яка дозволяє вирішувати широке коло завдань зварювального виробництва.

Варіант імпульсної подачі з використанням зворотного зв'язку за параметрами дугового процесу – дозволана подача дозволяє ще більш розширити можливості зварювання і наплавлення, зокрема при стиковому зварюванні листових металоконструкцій, які використовуються для створення різних об'єктів типу великоїбаритних сховищ нафтопродуктів, настилів, корпусів, палубних наборів, суднових конструкцій, зварювання стінок, підлог і дахів вагонів тощо з подоланням проблем: пропалів, нерівномірного проплавлення, викривлення.

Існують численні типи листових металоконструкцій, які не можуть бути зварені автоматично внаслідок їх складної конфігурації, а ручне дугове зварювання не дає потрібної продуктивності і якості виконання робіт. У цьому випадку найбільш ефективним засобом ведення зварювання стикових швів є механізоване зварювання. Механізоване обладнання, розроблене в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України з швидкодіючими механізмами подачі електродного дроту, дозволяє, в тому числі, знизити енерговитрати і стабілізувати, за рахунок вибору структури зворотних зв'язків, струм зварювання. Це може бути використано для отримання стикових швів.

З метою визначення можливості якісного формування стикових швів було проведено ряд експериментальних зварювань сталі із використанням порошкового самозахисного дроту в нижньому і вертикальному положеннях. Використовували сталі, яка зазвичай застосовується для зварювання



1



2



1a



2a

Рис. 1 – Фрагменти стикового зварювання пластин в нижньому положенні: 1, 2 – зварювання з конвенціальною подачею дроту, зовнішній вигляд і зворотна сторона відповідно; 1a, 2a – зварювання з дозовою подачею дроту, зовнішній вигляд і зворотна сторона відповідно

настилів морських плавучих платформ. При цьому порівнювалися результату зварювання зі звичайною і дозованою подачею електродного дроту.

Використовувалися режими зварювання, які забезпечували достатню продуктивність процесу. При цьому в реальних умовах застосовуються сталі товщиною 5-6 мм для уникнення короблення в процесі зварювання, хоча цей діапазон товщини значно перевищує вимоги по механічних навантажень. Вочевидь, якщо забезпечити стикове зварювання листових металоконструкцій менших товщин, то можна в значній мірі отримати економію матеріальних ресурсів. На рис. 1 представлена порівняльна результати зварювання в нижньому положенні на підкладці стикових швів порошковим самозахисним електродним дротом діаметром 1,6 мм при звичайній і дозованій подачі. В обох випадках середнє значення струму дугового процесу становило 180 ... 200 А, напруга на дузі - 27 - 28 В.

Якісне зварне стикове з'єднання при звичайній подачі без істотного викривлення можливо при використанні пристрій для притискання пластин, що зварюються до підкладки (шов 1). В іншому випадку неминучі потьоки на зворотному боці. Зварювання з застосуванням дозованої подачі при правильно підібраних характеристиках руху електродного дроту забезпечує потрібний результат без застосування притискних пристрій (шов 2). При цьому зварюються пластини, що вільно лежать на металевій підкладці. Використовуючи дозовану подачу, зварювальник досягає необхідного ефекту навіть при досить великій величині зазору ($\geq 2,0$ мм). Це, свідчить про стабільність параметрів зварювального процесу, зокрема струму дугового процесу. Цю особливість добре відчуває зварювальник, коли навіть при коливаннях тримача струм процесу досить стабільний, що, крім результату у вигляді швів, підтверджує характерна осцилограмма процесу з результатами обробки у вигляді гістограм, які представлені на рис.2.

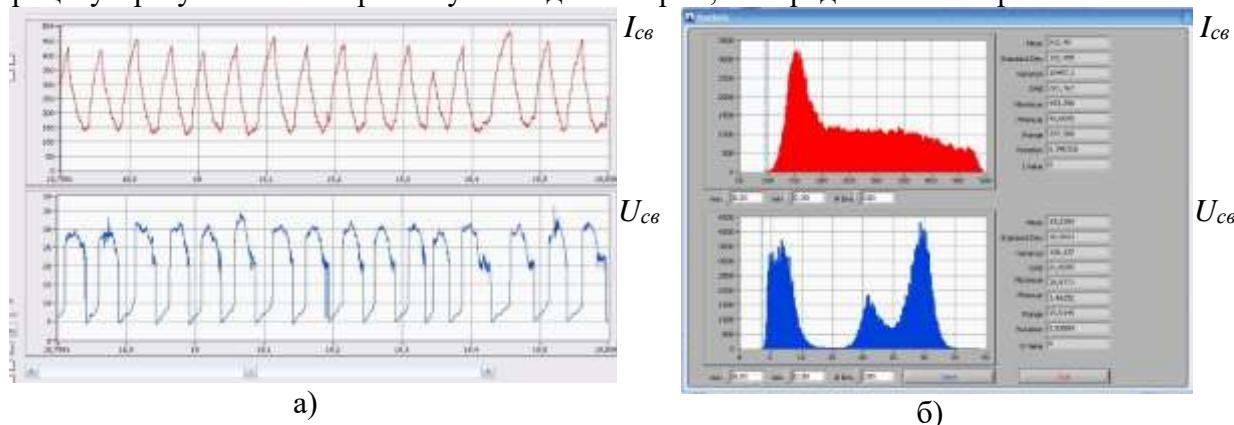


Рис. 2 – Осцилограмми а) та гістограми б) струму і напруги при зварюванні з короткими замиканнями дугового проміжку

Важливо зауважити, що при зварюванні з дозованою подачею порошкового електродного дроту в залежності від вибору параметрів дозованої подачі можна отримати процес як з короткими замиканнями дугового проміжку, так і без них. Такий ефект отриманий і застосований вперше для цього типу дротів. При зварюванні - наплавленні порошковими самозахисними дротами в нижньому положенні позитивного ефекту можна досягти із застосуванням процесу з короткими замиканнями і без них. При цьому кожен з них з певними особливостями. Вельми цікавими для подальшого практичного застосування можуть бути дослідження процесу зварювання стикових швів на вертикальній площині. При цьому для дослідження було обрано один з найбільш проблематичних швів - горизонтальний.

На рис.3 показані фрагментарні порівняльні результати зварювання горизонтальних швів на вертикальній площині із застосуванням звичайної і дозованої подачі електродного дроту з параметрами, які були наведені вище при описі попередніх експериментів. Особливо

настроювався процес дозованої подачі, що забезпечує процес з короткими замиканнями дугового проміжку. Саме цей процес забезпечує можливість зварювання горизонтальних стикових швів на вертикальній площині, що досягається примусовим перенесенням крапель електродного металу в ванну.

Зварювання зі звичайною подачею горизонтальних швів на вертикальній площині не забезпечує навіть формування лицьового виду шва. Спостерігається періодичне зміщення і навіть стікання ванни рідкого металу.

Слід зазначити, що з використанням звичайної подачі можна отримати стикове з'єднання горизонтальних швів, але при цьому необхідно реалізувати зварювання точками, яке можна здійснити, подаючи електродний дріт порціями автоматично або з використанням навичок зварювальника. При цьому можна досягти щільного шва без пропалів й істотного викривлення (рис.3). Однак такий спосіб зварювання досить трудомісткий, проте при необхідності може бути застосований на практиці.



Рис. 4 – Стикове з'єднання, виконане зі звичайною подачею електродного дроту способом отримання точок.

Висновки

1. Зварювання з дозованою подачею самозахисного порошкового електродного дроту стикових швів при складанні листових металоконструкцій є ефективним засобом отримання якісних з'єднань.
2. Якісне стикове з'єднання із застосуванням дозованої подачі електродного дроту може бути отримане в різних просторових положеннях. При цьому необхідно певним чином організувати дозовану подачу електродного дроту.
3. Спосіб механізованого зварювання стикових швів з дозованою подачею, в тому числі з похибками в збиранні та складною конфігурацією може бути широко застосований в різних галузях промисловості, машинобудуванні, будівництві та інших галузях, де листові конструкції знайшли широке поширення.

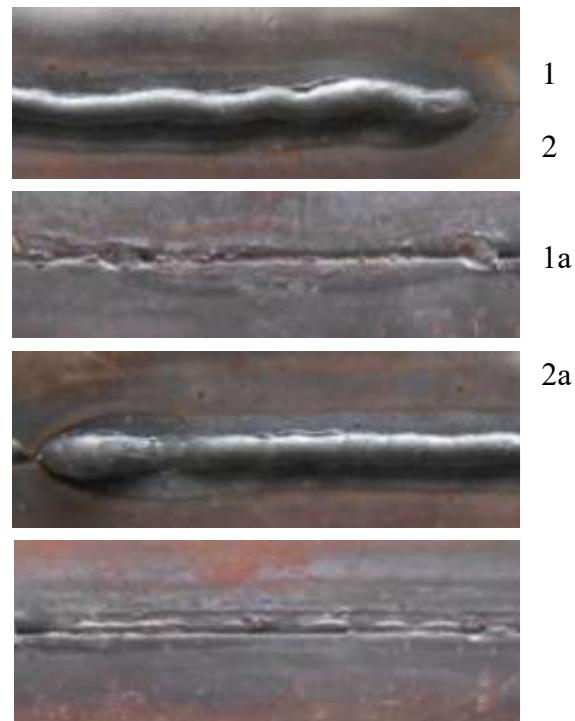


Рис.3 – Фрагменти стикового зварювання пластин в вертикальному положенні: 1, 2 – зварювання з конвенційною подачею дроту, зовнішній вигляд і зворотна сторона відповідно; 1а, 2а – зварювання з дозованою подачею дроту, зовнішній вигляд і зворотна сторона відповідно.

УДК 621.791.044.2

Петрушинець Л.В., канд. техн. наук

Фальченко Ю.В., докт. техн. наук

Федорчук В.Є., канд. техн. наук

Половецький Є.В. канд. техн. наук

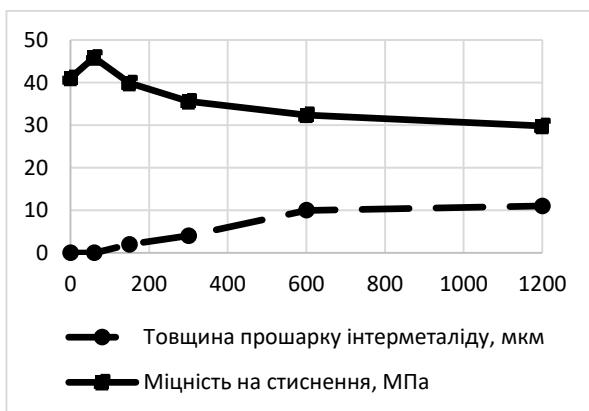
Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ

petrushynets@paton.kiev.ua

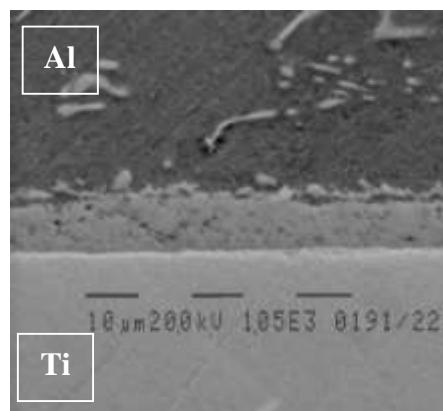
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА РІСТ ІНТЕРМЕТАЛІДНОГО ПРОШАРКУ ТА МІЦНІСТЬ БІМЕТАЛУ Al/Ti

Завдяки своїм унікальним властивостям (високі значення міцності і жорсткості, хороші вібраційні і радіотехнічні характеристики, звуко- і теплоізоляційні властивості) тришарові стільникові панелі знайшли широке поширення в різних галузях промисловості. Підвищення експлуатаційних характеристик стільників панелей можливе за рахунок використання заповнювача, виготовленого з біметалевого матеріалу Al/Ti. Збільшити несучу здатність біметалу можна за рахунок зміцнення інтерметалідом дифузійної зони між титаном та алюмінієм. Для цього проводили дослідження з впливу термічної обробки на формування структури біметалевих з'єднань Al-Ti. Відпалювання зразків проводили в атмосферних умовах. Параметри термообробки задавали наступні: температура 600 °C, тривалість витримки від 60 до 1200 хв. Визначення міцності зразків після термообробки проводили на одиничних стільниках. Розмір комірки стільникового заповнювача становив 10 x 10 мм, висота 12 мм, площа поперечного перерізу – 18 мм².

Встановлено, що відпалювання стільникового заповнювача протягом 60 хв призводить до утворення в стику між шарами алюмінію та титану окремих часток інтерметалідної фази, розміром до 1 мкм, що обумовлює підвищення міцності на стиснення зразків на 11,7% у порівнянні з вихідним станом (45,9 МПа проти 41,1 МПа) (рис. 1, а). Згідно з результатами металографічних досліджень відпалювання зразків протягом 150 хв призводить до утворення в стику тонкого шару інтерметаліду (~ 2 мкм), наявність якого неістотно впливає на несучу спроможність стільника, його міцність залишається майже на рівні вихідних значень (39,9 МПа). Подальше збільшення часу витримки до 1200 хв. при 600 °C негативно впливає на міцність, значення якої знижуються до 29,8 МПа. Причиною цього є нерівномірність росту і дефектність шару інтерметаліду, що можна пов'язати зі зміною механізму його утворення, а також інтенсивною перекристалізацією алюмінію (рис. 1, б).



а



б

Рис. 1 – Залежність міцності на стиснення та товщини інтерметалідного прошарку від тривалості відпалу зразків при температурі 600 °C (а) і типова мікроструктура біметалевого з'єднання Al/Ti після відпалювання (T = 600 °C, t = 1200 хв) (б).

УДК 621.791.01.6

Болотов Г.П., докт. техн. наук, професор

Болотов М.Г., канд. техн. наук, доцент

Руденко М.М., ст. викладач

Національний університет «Чернігівська політехніка», bolotovgp@gmail.com

ДИФУЗЙНЕ ЗВАРЮВАННЯ У ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ ЗАЛІЗКОБАЛЬТОВИХ СПЛАВІВ ІЗ СТАЛЯМИ У ВУЗЛАХ УЛЬТРАЗВУКОВИХ УСТАНОВОК

Потужні ультразвукові коливання широко застосовуються у промисловості для очищення та знежирення різних виробів, для отримання високодисперсних аерозолів, дегазації рідин і розплавів, для зварювання металів та неметалів.

Найважливішим вузлом технологічного обладнання для ультразвукової обробки є механічна коливальна система, призначена для перетворення електричної енергії в механічну, концентрації її і передачі у зону обробки.

Типова коливальна система складається з електромеханічного перетворювача, хвилеводної ланки – концентратора коливальної швидкості. Магнітострикційний електромеханічний перетворювач представляє собою пакет пластин товщиною 0,35 або 0,5 мм з залізо-кобальтового сплаву – пермендюру К49Ф2 (ЕП-207), хвилеводна ланка виконується зі сталі Х18Н9Т, або іншої конструкційної сталі, у вигляді плоскої діафрагми або усіченого конусу.

Ефективність роботи механічної коливальної системи, що визначається ефективністю переносу енергії механічних коливань від вібратора у зону обробки, у значній мірі залежить від якості з'єднання вібратора із хвильоводом. У коливальних системах, що застосовуються у технологічних ультразвукових установках, з усіх способів з'єднання практичне застосування на даний час отримало паяння.

Паяння здійснюється із застосуванням твердих припоїв ПСр-40, ПСр-45 у вигляді фольги. Для забезпечення змочуваності розплавленим припоєм хромистих сталей, з яких виготовлений хвилевод, застосовують флюс ПВ-209, який після паяння залишається у зазорах між пластинами пермендюру і завдяки високій хімічній активності сприяє розвитку корозії пластин і зони паяння.

Досліджена можливість заміни паяного з'єднання вібратора із хвильоводом дифузійно-зварним, отриманим без застосування активних флюсів. Аналіз літературних джерел свідчить, що якісне і надійне зварне з'єднання матеріалів, що складають коливальну систему, може бути отримано при температурі 1273...1373 К. Однак, оскільки температура точки Кюрі для пермендюру складає біля 1253 К, такий режим застосовувати недоцільно, оскільки перегрів призведе до погіршення його основних характеристик – магнітної проникності, магнітострикційної ефективності і, як наслідок, до зниження корисної потужності перетворювача.

Для зниження температури нагріву зварювання здійснювали через прошарок міді товщиною 0,02 мм на режимі: температура 1223 К, зусилля стискання 10...11 МПа, час зварювання 1200 с. З метою попередження перегріву пластин вібратора від безпосереднього впливу тліючого розряду вісь нагріву зміщували відносно зони зварювання у бік хвилеводу. Величина зміщення визначалась із врахуванням геометричних і теплофізичних характеристик деталей вузла і складала 0,02...0,03 м.

Для забезпечення однорідного температурного поля по перерізу зони зварювання коефіцієнт зосередженості розряду повинен не перевищувати $0,9 \text{ см}^{-2}$. Руйнування отриманих зварних зразків при випробуваннях на згин відбувалось по пакету пластин пермендюру на глибину 0,5...2,0 мм, що свідчить про достатню якість і надійність з'єднання.

УДК 621.691

Бойко І.О., канд. техн. наук, доцент
Пашинський В.В., докт. техн. наук, професор
Єрьомкін Є.А., канд. техн. наук, доцент

Технічний університет «Метінвест політехніка», м. Маріуполь

ЕЛЕКТРОДИ ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ СТАЛІ 110Г13 З ВУГЛЕЦЕВИМИ СТРИЖНЯМИ

Властивість до наклепу робочої поверхні при в'язкій серцевині робить сталь 110Г13 фактично безальтернативною для виготовлення виробів, що працюють під впливом ударних, ударно-абразивних навантажень і високих питомих статичних тисків. Поряд з унікальними властивостями сталь має досить невисоку вартість [1, 2].

Як відомо, основною проблемою зварювання високомарганцевої аустенітної сталі є її склонність до утворення гарячих тріщин. Причинами цього явища прийнято вважати наявність ряду внутрішніх дефектів (ліквациї, неметалеві включення) і велику протяжність зерен, через що скупчення легкоплавких ефектів на їх границях має яскраво виражений характер. Для зниження ймовірності утворення тріщин, шви негайно охолоджують безпосередньо після зварювання і (або) застосовують наплавлений метал, який має аустенітно-феритну структуру [3].

Відомо, що одним з ефективних заходів зниження величини зерен металу шва і ЗТВ є негайне охолодження швів водою не тільки по закінченню зварювання або наплавлення, а й під час нього, що суттєво погіршує санітарно-гігієнічні умови роботи і, найчастіше, приводить до порушень техніки безпеки при проведенні зварювальних робіт [3, 4].

Проте основним джерелом вуглецю в наплавленому металі продовжує залишатися графіт покриття, який суттєво ускладнює плавлення електродного покриття. У зв'язку з цим запропоновано підвищити кількість вуглецю в стрижні з одночасним зниженням його в покритті без зміни середнього вмісту вуглецю в наплавленому металі (на рівні 1 ... 1,1 %).

Для підтвердження теоретичних припущень про підвищення гомогенності наплавленого металу, запропоновано виготовити 5 партій електродів зі стрижнями зі сталей 08А, 20, 40, 60С2, У8А. Проведені дослідження показали, що зі збільшенням вмісту вуглецю в електродному стрижні з 0,08 % до 0,8 % вміст вуглецю в краплі підвищується з 0,3 % до 0,97 % при його вмісті в наплавленому металі на рівні 1,1 %. Засвоєння марганцю краплею, зростає зі збільшенням часу взаємодії покриття і краплі, тому що втулка покриття не обсипається в ванну і не оголює торець електрода. Це досягнуто завдяки зниженню кількості графіту в покритті.

Застосування вуглецевих сталей (60С2, 65Г, 70, У8А і ін.) для виготовлення стрижнів покритих електродів для зварювання сталі 110Г13 дозволить поліпшити показники гомогенності наплавленого металу, знизити ймовірність утворення тріщин і поліпшити санітарно-гігієнічні показники.

Список посилань

1. Волынова Т.Ф. Высокомарганцовистые стали и сплавы./ Т.Ф. Волынова М. – Металлургия, 1988. – 343 с.
2. Штремель М.А. О механизме упрочнения стали Гад菲尔да / М.А. Штремель, И.А. Коваленко // Физика металлов и металловедение. – 1987. – Т. 63. – №3. – С. 172-180.
3. Бойко И.А. Самозащитная порошковая проволока для сварки и наплавки стали 110Г13Л / Бойко И.А., Гринь А.Г., Дегтяренко Н.Е // Материалы 2 международной научно– технической конференции «Сварочное производство в машиностроении: перспективы и развития» Украина, Краматорск 2010 г. – С.44

УДК 539.234+669.017.15:620.17+620.178.311.6

Демченков С.О., канд. техн. наук

Устінов А.І., докт. фіз.-мат. наук, професор

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, s_demchenkov@ukr.net

ВПЛИВ СТРУКТУРИ ВИСОКОЕНТРОПІЙНИХ СПЛАВІВ CrFeCoNiCu, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО ОСАДЖЕННЯ НА ЇХ МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Протягом останніх 15 років значний інтерес матеріалознавців привертають високоентропійні сплави (ВЕС), які представляють собою металеві багатокомпонентні тверді розчини, що складаються, зазвичай, з чотирьох і більше елементів із вмістом кожного від 5 до 35 ат. % [1]. Підвищена увага до цього нового класу сплавів зумовлена, в першу чергу, можливістю отримати матеріал з рядом цінних для практики властивостей, поєднання яких не є характерними для переважної більшості конструкційних матеріалів. Відомо, що деяким ВЕСам властива висока міцність, термічна стабільність, стійкість до зносу і корозії, відмінна гідрофобність, а також гарна здатність до зварювання. Зазначені особливості також дозволяють розглядати ВЕСи як перспективні матеріали для створення на їхній основі піввок, фольг, покріттів та інших компонент функціонального призначення, зокрема в авіа-, судно- і автомобілебудуванні.

Авторами роботи показано [2], що метод високошвидкісного електронно-променевого випаровування і осадження парової фази багатокомпонентного злитку ВЕС системи Cr-Fe-Co-Ni-Cu дозволяє отримувати вакуумні конденсати у вигляді тонких (до 100 мкм) фольг і покріттів з рівномірним розподілом елементів по товщині (рис. 1). У той же час грунтovих досліджень впливу структури ВЕСів CrFeCoNiCu, отриманих з парової фази, на їх механічні властивості не проводилося. Зважаючи на це, дана робота була зосереджена на встановленні закономірностей впливу умов осадження, хімічного складу та термообробки на структурно-фазовий стан вакуумних конденсатів CrFeCoNiCu_x (x = 0...3), їх механічні властивості та жаростійкість.

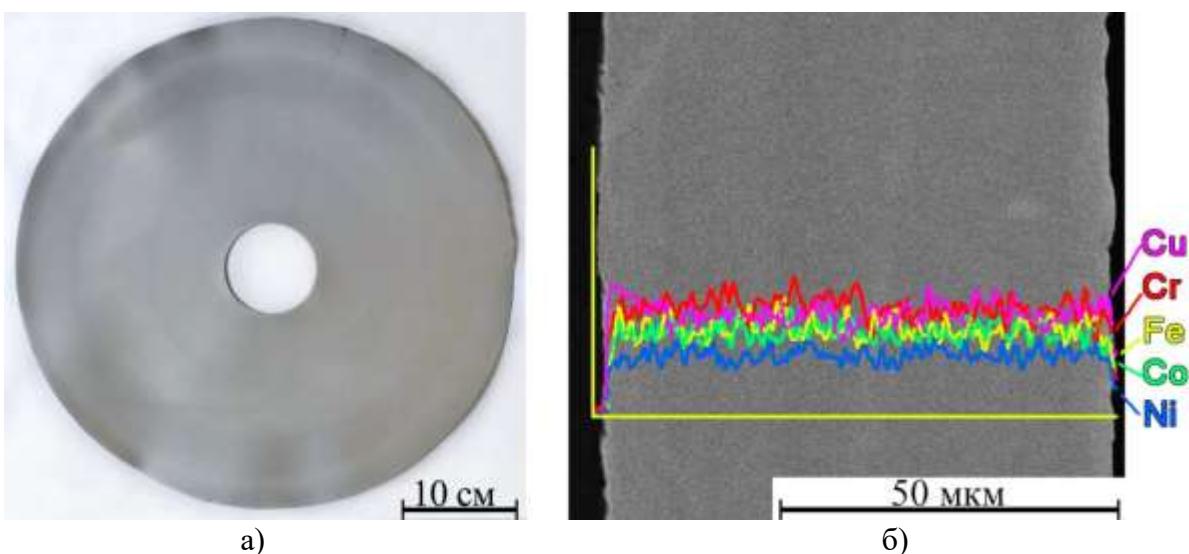


Рис. 1 – Загальний вигляд фольги CrFeCoNiCu, отриманої методом електронно-променевого осадження а) і електронно-мікроскопічне зображення мікроструктури її поперечного перерізу б).

Показано, що конденсати CrFeCoNiCu_x (де $x > 0,3$), осаджені при температурі підкладки вище 925 К, мають двофазну структуру, що складається з двох ГЦК фаз, тоді як конденсати, осаджені при нижчій температурі характеризуються однофазною ГЦК структурою. Виявлено, що відпал однофазних конденсатів CrFeCoNiCu_x ($x = 0,3 \dots 3,0$) при температурах вище 925 К призводить до переходу в двофазний стан, тоді як конденсати з малим вмістом міді ($x < 0,3$) залишаються стабільними при нагріванні до температури 1300 К.

Встановлено, що механічні характеристики вакуумних конденсатів суттєво залежать від температури осадження і фазового складу (рис. 2). Однофазні конденсати, осаджені при температурі підкладки нижчій від 925 К, характеризуються підвищеною мікротвердістю, до 5,5 ГПа, порівняно з двофазними конденсатами (3,0 ГПа) та литим злитком сплаву аналогічного хімічного складу (2,5 ГПа), що може бути зумовлене зернограниціним зміцненням однофазних конденсатів внаслідок формування в них зерна нанометрового масштабу (ефект Холла-Петча). Двофазні конденсати CrFeCoNiCu , осаджені при температурі підкладки вищій від 1000 К, мають більш високу пластичність ($\delta_A = 0,90$), ніж однофазні конденсати ($\delta_A = 0,83$), через наявність на границях зерен твердого розчину $\text{CrFeCoNiCu}_{0,5}$ пластичних виділень твердого розчину з більшим вмістом міді.

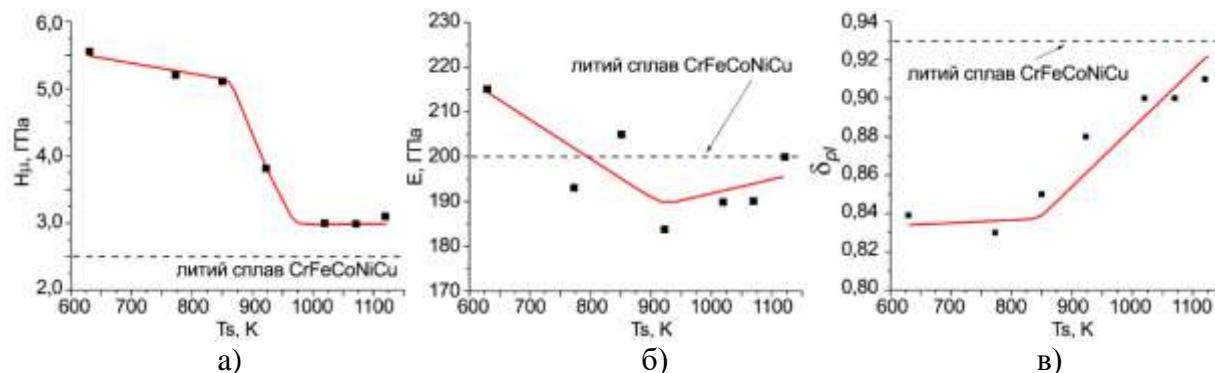


Рис. 2 – Залежності мікротвердості (H_μ) а), модуля Юнга (E) б) та коефіцієнта пластичності (δ_{pl}) в) вакуумних конденсатів сплаву CrFeCoNiCu від температури підкладки (Ts)

Встановлено, що демпфуюча здатність покриттів на основі сплаву CrFeCoNiCu_x залежить як від вмісту в ньому міді, так і від фазового складу. Показано, що перехід з однофазного стану сплаву в двофазний призводить до збільшення демпфуючої здатності як за кімнатної, так і при підвищених температурах. Збільшення демпфуючої здатності покриття зростає із збільшенням вмісту міді. Встановлено, що двофазні покриття на основі сплаву CrFeCoNiCu_x ($x = 2,5 \dots 3$) демонструють демпфуючі властивості на рівні відомих високодемпфуючих сплавів (наприклад, магнієвий сплав AZ31B-F).

Виявлено, що жаростійкість вакуумних конденсатів CrFeCoNiCu_x також суттєво залежить від вмісту міді. Під час випробувань при температурі 900 °C в середовищі атмосферного повітря наростиання питомої маси у випадку вакуумних конденсатів CrFeCoNiCu_2 відбувається майже у 8 разів інтенсивніше, порівняно з вакуумними конденсатами $\text{CrFeCoNiCu}_{0,3}$, внаслідок «випотівання» міді на зовнішні поверхні і формування нестійких оксидів на основі міді.

Список посилань

1. Murty B.S. High entropy alloys. / B.S. Murty, J.W. Yeh, S. Ranganathan // Amsterdam: Butterworth-Heinemann. 2014. 218 p.
2. Ustinov A.I. Formation of thin foils of high-entropy CrFeCoNiCu alloys by EB-PVD process / A.I. Ustinov, S.S. Polishchuk, S.A. Demchenkov, T.V. Melnychenko, V.S. Skorodzievskii // Surface & Coating Technology. – 2020. – №403. – 126440

УДК 621.791

Лебедев В.О., докт. техн. наук, професор

Херсонська філія Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова,
lebedevvladimir@ukr.net

СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДВІЙНОГО МЕХАНІЗОВАНОГО ТА АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ ВОЛОГИМ СПОСОБОМ

Підводне механізоване зварювання вологим способом – це особливий вид дугового зварювання, що потребує вибору спеціального комплекту обладнання, зокрема при зварюванні на великих струмах.

Якщо розглядати укрупнено обладнання для дугового зварювання та наплавлення, то можна виділити два основні його види. Це напівавтомати та автомати. До недавнього часу реальних конструкцій автоматів практично не створювалося. Не було таких задач, і технічні засоби не дозволяли це робити.

Нові техніко-технологічні розробки направлені на удосконалення зварювального обладнання з використанням імпульсних та модульованих зварювальних процесів, а також на можливість застосування зварювального обладнання для вирішення складних задач зварювання у рідкому середовищі (у воді високого ступеня солоності, у водних розчинах тощо). При цьому слід враховувати, що більша частина розробок не має аналогів у світовому виробництві.

На базі електродвигунів крокового типу нового покоління у комплекті з комп’ютеризованими системами управління та регулювання розроблено напівавтомат для підводного зварювання та різання вологим способом з механізмом подачі без редуктора. На рис. 1 показано напівавтомат нового покоління «НЕПТУН». Напівавтомат забезпечує процес зварювання зі звичайною подачею електродного дроту, а також зварювання з модуляцією та різноманітними алгоритмами імпульсного руху дроту.

Новий напівавтомат має малі масо-габаритні характеристики – у 1,5...2 рази менше, ніж у попередніх розробках, дозволяє при зміні глибини занурення (довгий кабель живлення електродвигуна) компенсувати втрати в кабелі живлення та забезпечує:

1. Отримання зварного шва гарної якості із забезпеченням заданих механічних та корозійностійких характеристик та різу достатньої якості для обробного та заготівельного виробництва сталей різних типів у нижньому та інших просторових положеннях.

2. Полегшене для водолаза-зварника виконання швів, що забезпечується новими технологіями та прийомами зварювання та різання.

3. Можливість ведення процесів як в аварійній ситуації, так і при створенні нових конструкцій.

4. Ведення процесу зварювання на різних глибинах без переналаштувань системи напівавтомата та джерела зварювального струму при високій мобільноті обладнання.

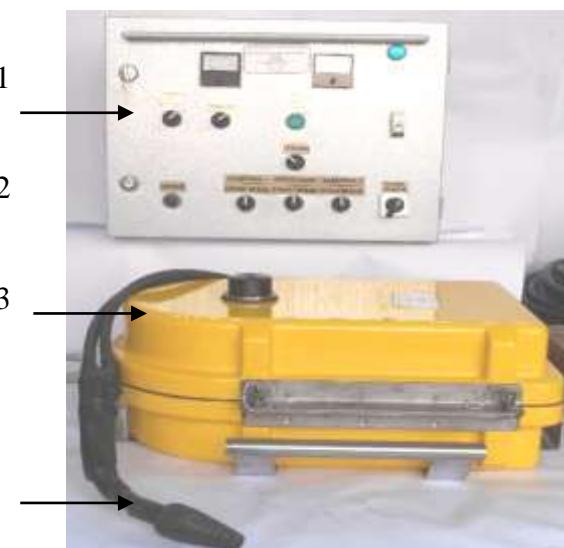


Рис. 1. – Напівавтомат для підводного зварювання та різання: 1 – блок комп’ютеризованого управління та регулювання; 2 – занурний блок; 3 – спеціалізований шланговий тримач

Однак не всі джерела живлення дуги можуть бути використані у комплекті з напівавтоматом та автоматом для підводного зварювання. При значному віддаленні заглибного блоку від джерела живлення неминучими є зростаючі з довжиною кабелю падіння напруги у ньому, що призводить до неможливості стійкого ведення процесу.

Вимагається особливий підхід до розробки джерела. Нами запропоновано концепцію розробки джерела з компенсацією втрат, а залучений український виробник опанував виробництво таких джерел з тиристорним та транзисторним (інвертор) варіантами. Джерело з компенсацією падіння напруги доцільно застосовувати при віддаленні занурного блоку на відстань більше 60 м. Конструкція такого джерела представлена на рис. 2.

Нові розробки напівавтоматів пройшли апробацію, випускаються дрібними партіями та експлуатуються у різних регіонах світу.

Наступним основним напрямом розробок обладнання для підводного зварювання вологим способом є автомати, конструкювання яких раніше практично не здійснювалося.

Прикладом спеціальної унікальної розробки є комплекс обладнання для підводного зварювання вологим способом, призначений для приварювання заглушок до внутрішньої поверхні труб, які використовуються у якості елементів теплових насосів. Зварювання ведеться на глибинах більше 200 м у водному розчині з протикорозійним складом. Виконується робота на різних відстанях від поверхні кутовими круговими швами по достатньо широкому зазору.

При цьому, як правило, внутрішній діаметр труби, де необхідно виконувати зварювання, не перевищує 120...130 мм, що є вкрай ускладненими умовами для застосування автомата для дугового зварювання. На рис. 3 схематично зображено зварювальну частину розробленого автомата.

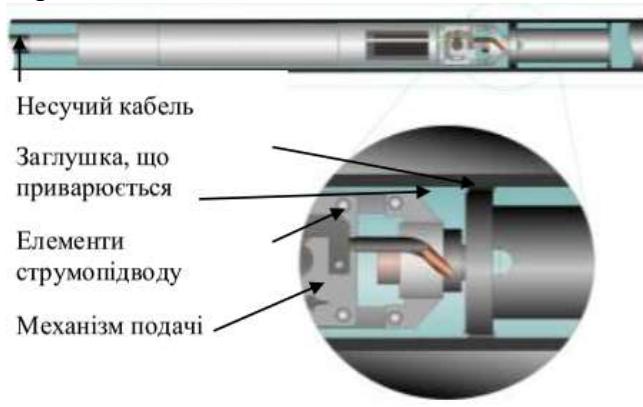


Рис. 2 – Джерело зварювального струму для роботи з віддаленими об’єктами

Рис. 3 – Автомат для підводного зварювання вологим способом

До складу автомата входить джерело зварювально струму, нова розробка кабелю з рядом функцій, об’єднаних спільною оболонкою: прямий та зворотній кабель, кабель управління, несучі елементи. Усі ці розробки аналогів не мають.

Управління процесом зварювання здійснюється комп’ютеризованою системою управління, що задає програму циклу зварювання, роботу системи подачі електродного дроту, зварювального переміщення. Наявність негарантованого зазору між заглушкою та внутрішньою поверхнею труби обумовило введення ще одного оригінального технічного

рішення – коливача зварювального інструменту, що забезпечує надійне перекриття зазору при зварюванні з якісним формуванням кільцевих швів.

Ефективність розробок обладнання для зварювання та наплавлення під водою вологим способом базується на комплексному підході – створення автоматів та напівавтоматів, спеціальних порошкових електродних дротів та технологічних прийомів і методик їх застосування.

УДК 539.375.5: 621.793.74

Копилов В. І. докт. техн. наук, професор

Єрко О. О., аспірант

Люшенко Є. О., аспірант

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м.Київ

ОЦІНКА ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПЛАЗМОВИХ ПОКРИТІВ ЗА ПАРАМЕТРАМИ АКТИВАЦІЇ РУЙНУВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ

Зношування розглядається як складне фізико-хіміко-механічне явище, що включає комплекс процесів при терти твердих тіл, як результат взаємодії мікрорельєфів поверхонь, що обумовлюють постійне виникнення і руйнування фрикційних зв'язків [1, 2].

В експерименті визначається втрата маси зразка m (г) в залежності від часу t (або шляху терти L), яка пов'язана зі швидкістю J_m або інтенсивністю J_g зношування залежностями:

$$J_m = \Delta m/t, \quad J_g = \Delta m/L \quad (1)$$

З іншого боку для оцінки довговічності при зносі використовується кінетична модель руйнування матеріалів, побудована на основі термофлуктуаційної концепції міцності твердих тіл, запропонованої С. Н. Журковим [3]. В основу цієї моделі покладена фундаментальна закономірність, що зв'язує напругу, абсолютну температуру і довговічність матеріалів:

$$t = \tau_0 \exp[U_0 - \gamma\sigma/kT], \quad \Delta U = (U_0 - \gamma\sigma), \quad (2)$$

де t – час до руйнування (довговічність) зразка під навантаженням, с;

$\tau_0 = (10^{-12} \dots 10^{-13})$, с – період коливань атомів в твердому тілі;

U_0 – енергія міжатомного зв'язку, Дж;

T – термодинамічна температура, °К;

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/°К – постійна Больцмана;

γ – активаційний об'єм, параметр, який має розмірність об'єму, м³.

У кінетичному підході розглядається атомно-молекулярний механізм процесу руйнування, в якому розрив міжатомних зв'язків представляється як кінцевий результат поступового розвитку і накопичення мікро- руйнувань (мікротріщин).

На характер контакту твердих тіл і виникнення фрикційних зв'язків впливає не тільки мікрорельєф, а й тонкий, так званий субмікрорельєф, або інакше поверхневий шар (дебріш-шар), пов'язаний з виникненням, розвитком і взаємодією дислокацій, що накопичує «трібопошкодження» різного характеру [4, 5]. Параметри τ_0, U_0, γ в рівнянні (2) є основними фізичними характеристиками твердих тіл в умовах руйнування, між якими існує певний зв'язок. Теоретико-експериментальним шляхом на основі аналізу теплових коливань і розриву міжатомних зв'язків встановлені значення основних активаційних параметрів [3, 4]:

$$U_0 = \varepsilon_* C / \alpha, \quad \gamma = C \chi / \alpha E, \text{ а також інших} \quad (3)$$

$$\sigma_{p,\max} = U_0 / \gamma, \quad \chi \sigma_p = \sigma_n = E \varepsilon_*, \quad (4)$$

У виразах (3), (4): $\varepsilon_* = 0,1...0,2$ – відносне подовження, при якому міжатомні зв'язки розриваються; С - атомна (молярна) теплоємність, Дж / К; α – коефіцієнт термічного лінійного розширення, К⁻¹; Е – модуль Юнга, Н/м²; χ – коефіцієнт локального перевантаження в місці розриву; σ_n – гранична (теоретична) міцність; $\sigma_{p,\max}$ – максимальна розривна напруга при $T = 0$; σ_p – розривна напруга, Н / м².

Однак складність використання аналітичних методів оцінки активаційних параметрів пов'язана з відсутністю необхідних для розрахунків довідкових даних в разі модифікованого шару, складних композиційних багатокомпонентних покриттів [6].

Розроблено експериментальні методи досліджень на довговічність при навантаженні, стисканні, зсуви і побудови графіків залежностей $\lg \tau = f(T^{-1})$, з яких визначали значення U при різній напрузі по формулі, як $U = 2,3R\Delta \lg \tau / \Delta T^{-1}$.

Енергія активації руйнування підпорядковується лінійної залежності $U = f(\gamma\sigma)$. Використовуючи дані випробувань і екстраполюючи прямі ($U - \sigma$) до перетину з віссю U, можна обчислити величину початкового енергетичного бар'єру U_0 для $\sigma=0$ [3].

Схожий спосіб оцінки активації пластичної деформації матеріалу поверхневого шару заснований на вимірюванні мікротвердості такого шару. В цьому випадку вимірюють діагональ відбитка індентора D і час витримки під навантаженням t при різних температурах і навантаженнях. За вимірюними даними D(t) знаходять швидкість впровадження індентора \dot{h} і будують залежності $\dot{h}(T^{-1})$, а за формулою $U = 2,3RT \lg(\dot{h}_0/\dot{h})$ отримують залежність $U = f(H_\mu)$ і шляхом екстраполяції графіка U при $(H_\mu) = 0$ знаходять енергію активації U_0 . Енергія активації руйнування досліджується безпосередньо в тонкому поверхневому шарі матеріалу, що відбуває аномалію його властивостей [1].

Згідно кінетичної теорії міцності твердих тіл [3] активаційний об'єм, який є одним з основних фізичних параметрів, є міра міцності тіла і характеризує нерівномірність розподілу напруги по окремим міжатомним зв'язкам. У локальних об'ємах поверхневих шарів основного матеріалу реалізується певне напружений стан, залежне від зовнішніх умов, складу і структури цих шарів, а також умов випробувань композицій (температура, напруга, середа). Цей напружений стан може бути охарактеризований коефіцієнтом перенапруги q , що визначає міцність тіла. Активаційний об'єм змінюється пропорційно коефіцієнту перенапруги q , як $\gamma = qV$, де V - незмінний атомний об'єм.

Залежність активаційного об'єму γ , енергії активації $\Delta U = U_0 - \gamma\sigma$ і часу очікування флюктуації t (ур.2) дозволяє безпосередньо використовувати ці параметри в розрахунках швидкості зношування при терти, поклавши, що кожна флюктуація, яка веде до руйнування локального обсягу, в якому є місці деформованого об'єму матеріалу поверхневого шару вона ні сталася, в кінцевому підсумку еквівалентна відділенню з поверхні тертя шару матеріалу товщиною $\Delta h = \gamma/A_a$, де A_a – номінальна площа поверхні тертя, м². Тоді швидкість лінійного зносу визначається, як $V_h = \Delta h/t = \gamma\lambda/tA_a$, де λ – число фрикційних зв'язків на поверхні тертя [4].

Визначивши енергію активації руйнування при граничному значенні контактного тиску $\sigma_{\text{пред}}$ для відповідних режимів можна прогнозувати довговічність елементів в умовах тертя [5]. З рівняння (2) для «дебріс-шару» можна записати

$$\gamma_d \sigma_d = U_{0d} - RT_d \ln\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right) \quad (5)$$

Член $\gamma_d \sigma_d$ в рівнянні (5) відображає ту частину роботи, яку в руйнуванні «дебріс-шару» виконує зовнішній вплив, а в якості роботи зовнішніх сил виступає питома робота сил тертя

A_{mp} . Тоді можна записати: $\gamma_d \sigma_d = A_{mp}/V_d$, де $V_d = (A_h h_d)/M$ – об’єм зношених шарів, моль; $A_{tp} = F_{tp} L_S = f \cdot F_N \cdot L_S$; f – коефіцієнт тертя; F_N – нормальна сила, Н; L_S – шлях тертя, м; M – молярний об’єм, м³/моль.

У таблиці представлена результати на тертя плазмових покриттів із сплавів на основі системи Ni-Cr-B-Si, модифікованих наноскладовими [6].

Конкретно використовували самофлюсуючий порошок ПГ-СР2 (діаметр частинок 20 ... 40 мкм), а в якості модифікуючих добавок застосовували нанопорошки оксиду алюмінію фракцією 50-60 нм, які вводилися в вихідний порошок в кількостях від 0,2 до 5 об. %. Використовували також активацію процесу напилення шляхом накладення зовнішнього магнітного поля (ЗМП). Кінетику зносу досліджували класичним методом. Мікротвердість отриманих покриттів визначали на приладі ПМТ-3.

Дані по довговічності і мікротвердості $U = 2,3R\Delta \lg \tau / \Delta T^{-1}$, $U = 2,3RT \lg (\dot{h}_0 / \dot{h})$, дозволяють знайти основні параметри активації $U = f(\gamma\sigma)$, $U = f(H_\mu)$ і зіставити їх з міцністю, зносостійкістю поверхневих шарів покриттів.

Найбільший активаційний об’єм відповідає найбільшому перенапруженню, тому міцність одного і того ж матеріалу «дебріс-шару» повинна бути меншою. В умовах тертя величина, на яку буде знижуватися бар'єр, визначається добутком $\gamma_d \sigma_d$. Отже, зменшення або збільшення енергетичного бар'єру буде залежати від параметра γ . Чим менше цей параметр, тим за інших рівних умов буде більше довговічність, і, отже, вища зносостійкість.

Таблиця. 1 – Фізико-механічні характеристики багатокомпонентних композиційних покриттів

Покриття	Склад і режим активації	H_μ , ГПа	J_m , МГ/ч	J_g , МГ/м
ПГ-СР2+ (Al ₂ O ₃ % - модифікатор)	Не модифікований	3,4	13	-
	0,2%	4,8	4	-
	1%	5,2	5	-
	5%	4,8	7,5	-
ПГ-СР2+ (Al ₂ O ₃ % - модифікатор) з оплавленням	Не модифікований	-	32	-
	0,2%	-	5	-
	1%	-	6	-
	5%	-	13	-
ПГ-10Н-04+ зовнішнє магнітне поле	У відсутності ЗМП	2,32-5,93	-	1,17
	Знакозмінне ЗМП	2,44-5,09	-	0,8
	Постійне ЗМП	2,32-4,73	-	0,47

Список посилань

1. Беркович И. И. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов / И. И. Беркович, Д. Г. Громаковский; Под ред. Д. Г. Громаковского. — Самара: Самар. гос. техн. ун-т. — 2000. — 268 с.
2. Крагельский И. В. Основы расчетов на трение и износ. / И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов.— М.: Машиностроение, 1977.— 526 с.
3. Регель В. Р. Кинетическая я природа прочности твердых тел / В. Р. Регель, А. И. Слуцкер, Э. Е. Томашевский. — М.: Наука, 1974. — 560 с.
4. Ковшов А. Г. Расчетно-экспериментальная идентификация активационных параметров модели изнашивания поверхностей трения [Текст] / А. Г. Ковшов // Изв. Самарского научн. центра РАН . – 2016. – т. 18, – № 4(2). – С. 341 – 346.
5. Мікосянчик О .О. Структурно-енергетичні та реологічні показники мастильного шару в контакті тертя в умовах несталих режимів роботи. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.- Київ.-2017.- 40 с.
6. Смирнов И. В. Влияние нанодисперсных ингредиентов на свойства плазменных покрытий / И.В. Смирнов, А. В. Черный, В. И. Копылов // МФиНТ., т. 42, в.6, 2020, С. 797- 814.

УДК 620.186: 669:621.791

Берднікова О.М., докт. техн. наук
Алексєєнко Т.О., канд. техн. наук
Кушнарьова О.С., канд. техн. наук
Половецький Є.В., канд. техн. наук
Сремесєва Л.Т., пров. інженер-тех.
Лось О.А., інженер-тех. I кат.

Інститут електрозварювання ім. Е.О. Патона НАН України, omberdnikova@gmail.com

КОМПЛЕКСНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛІТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ ВИСОКОМІЦІННИХ СТАЛЕЙ

Актуальність роботи обумовлена необхідністю вдосконалення та розробки нових підходів щодо впливу структурно-фазового складу та комплексу конкретних параметрів структури, що формуються в металі швів та зоні термічного впливу зварних з'єднань високоміцінних сталей широкого діапазону міцності, на їх міцність та тріщиностійкість з метою забезпечення експлуатаційної надійності конструкцій при створенні науково-міцніх та перспективних технологій зварювання [1, 2].

Дослідження на всіх структурних рівнях (від зеренного до дислокаційного) за допомогою сучасної електронної мікроскопії дозволили розширити загальні уявлення про структуру та фазовий склад металу зварних з'єднань високоміцінних сталей, вплив дислокаційної структури на фізико-механічні властивості цих з'єднань [3]. У даній роботі на прикладі зварних з'єднань низьковуглецевої конструкційної сталі вивчено особливості структурно-фазових складових (фериту, мартенситу, бейніту верхнього та нижнього), їх параметри – розмір пакетів, зерен, відповідні значення мікротвердості, характер руйнування металу по зонам зламів, об’ємну частку типу руйнування, розмір мікроелементів поверхні руйнування (фасеток крихкого чи квазікрихкого типу, в’язких ямок, вторинних мікротріщин). Встановлено долю конкретних структурно-фазових складових та детально вивчено особливості тонкої структури металу зварних з'єднань на дислокаційному рівні: субструктурну, розподіл щільності дислокацій, розмір карбідів, тощо.

Методами математичної обробки з урахуванням комплексу всіх структурних складових та їх параметрів удосконалено експериментально-розрахунковий підхід аналітичної оцінки міцності, в’язкості руйнування, рівня локальних внутрішніх напружень та локалізованої деформації, що формуються в структурі зварних з'єднань високоміцінних сталей під впливом термічних циклів зварювання. Експериментальні показники щільності дислокаций для кожної структурної складової та дані про розміри цих структур дозволили отримати показники рівня локалізованої деформації в металі зварних з'єднань високоміцінних сталей. Це дає можливість визначати та прогнозувати як структура впливає на тріщиностійкість металу.

Список посилань

1. Патон Б.Е.. Избранные труды / Киев: Ин-т электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, 2008. – 896 с.
2. Наука про матеріали, досягнення, перспективи / Під ред. Л.М. Лобанова. – Київ: Академперіодика, 2018. – т. 2. – 395 с.
3. Берднікова О.М. Структурні критерії міцності та тріщиностійкості зварних з'єднань високоміцінних сталей / Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Київ: Інститут електрозварювання ім. Е.О. Патона НАН України, 2020. – 43 с.

УДК 621.793.7

Калюжний С.М. мол. наук. співробітник
Войнарович С.Г., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник
Кислиця О.М., канд. техн. наук

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ, serg3319@ukr.net

КОРОЗІЙНА СТІЙКІСТЬ МІКРОПЛАЗМОВИХ БІОСУМІСНИХ ЦІРКОНІЄВИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЕНДОПРОТЕЗІВ

Розробка та застосування матеріалів використовуваних в якості штучних замінників кісткової тканини (ендопротезів) сумісних з тканинами організму є однією із основних задач сучасної медицини. Ендопротез, в живому організмі, являється чужорідним тілом, що може спровокувати до реакції відторгнення ендопротезу. Першочерговою найважливішою характеристикою ендопротезів є їх біосумісність, яка проявляється в явищі остеоінтеграції – процесі загоєння кісткової тканини, завдяки чому кістка здатна до зростання з уведенім в неї ендопротезом.

На сьогоднішній день наймасовішого застосування для виготовлення ендопротезів набув титановий сплав Ti-6Al-4V за рахунок легуючих елементів, які підвищують експлуатаційні та механічні властивості матеріалу. Однак титанові сплави не можуть вважатися оптимальними матеріалами для ендопротезів, тому що мають в своєму складі легуючі елементи, що негативно впивають на їх біосумісність. Так ванадій є токсичним елементом і негативно впливає на інтеграцію штучної конструкції в живі тканини, алюміній і залізо призводять до утворення сполучно-тканинної прошарку навколо ендопротезу та до значного забруднення тканин, що є ознакою недостатньої біосумісності металу [1].

Останнім часом в якості альтернативного матеріалу ведуться обговорення навколо цирконієвих сплавів у використанні для виробництва ендопротезів за рахунок відсутності в їх складі легуючих токсичних хімічних елементів. З властивостей цирконієвих сплавів найбільший інтерес для виготовлення ендопротезів представляють такі, як висока корозійна стійкість в органічних сполуках, біологічна інертність, значна стійкість до різних хімічних впливів, технологічність та міцність. Згідно з літературними даними, сплав цирконію з ніобієм являється біоінертним матеріалом, який не впливає на ріст кісткових тканин, а також не викликає морфологічних змін внутрішніх органів [2].

Використання біосумісних покриттів отриманих газотермічними методами в медичній практиці відомо уже давно. Подальший розвитку даних технологій можливе із застосуванням метода мікроплазмового напилення (МПН) цирконієвих покриттів з розвиненою морфологією, для забезпечення надійного фіксування ендопротеза за рахунок вростання в пористу структуру покриття кісткової тканини. Проте на сьогодні недостатньо даних приведено у літературі по корозійній стійкості даних покриттів.

Мета роботи була направлена на проведення порівняльного аналізу корозійної стійкості біосумісних титанових та цирконієвих покриттів отриманих методом МПН.

Покриття формували напиленням Ti (ВТ1-0) та Zr (КТЦ-110) дротів методом МПН на медичну нержавіючу сталь 316L. На основі накопиченого практичного досвіду були обрані параметри процесу мікроплазмового напилення для формування розвиненої морфології поверхні покриття ендопротезів, які приведені в таблиці 1 [3].

Таблиця 1 – Параметри режимів МПН при розпиленні Zr та Ti дроту

Покриття	Параметри					
	Сила струму I, А	Напруга на дузі плазми U, В	Швидкість подачі дроту V _{др} , г/хв	Витрата газу		Дистанція напилення, мм
Zr	18	37	2,2	Плазмоутворючого Ar, л\год	Захисного Ar, л\год	
Ti	19	37	1,5	180	600	70
				180	600	80

Корозійна стійкість покриттів визначалась за допомогою потенціал-динамічного методу, реєструючи анодні поляризаційні криві, відповідно до стандарту PN ISO 17475: 2010. Досліджувані Zr та Ti покриття витримувались в розчині Рінгера 7,4 pH на протязі 1 години. В результаті проведеного дослідження спостерігалось збільшення значення потенціалу розімкнутого ланцюга ($E_{\text{прл}}$) з поступовою стабілізацією для Zr покриттів, що свідчило про збільшення компактності пасивного шару та продуктів корозії на зразках з часом, середнє значення знаходилось в межах +149 mV_{NEN}, а середні значення $E_{\text{прл}}$ Ti покриттів становило -126 mV_{NEN}, що вказувало на розчинення поверхневого шару покриття.

Проведені випробування на піттинг корозію, також показали низьку корозійну стійкість Ti покриттів, що проявлялось вищими показниками щільноти струму $I_k = 0,166 \text{ мА}/\text{см}^2$, які вказували на низьку ефективність поверхневого шару покриття, а також меншими параметрами корозійного потенціалу $E_k = -333 \text{ мВ}$ та вищим показником потенціалу руйнування $E_p = +274 \text{ мВ}$. При цьому Zr покриття проявляли позитивні параметри корозійної стійкості, середні значення $E_k = -85 \text{ мВ}$ та $E_p = +392 \text{ мВ}$ та вищою корозійною стійкістю поверхневого шару покриття $I_k = 0,076 \text{ мА}/\text{см}^2$.

Враховуючи те, що високий корозійний потенціал є більш сприятливим, але він може показувати лише тенденцію до корозії і є термодинамічним показником, тоді як щільність струму корозії є кінетичним значенням, а швидкість корозії пропорційна щільноті струму було розраховано коефіцієнт захисної ефективності поверхневого шару покриття (Pe) згідно рівняння (1). Встановлено, що коефіцієнт ефективності захисту поверхневого шару для Ti покриття становив 8% та 58% для Zr покриття, що підтверджує більш ефективний захист поверхневого шару Zr покриття з різницею в 50 %.

$$P_e = \left(1 - \frac{i_{\text{кор. пок.}}}{i_{\text{кор. осн.}}} \right) \cdot 100 \% \quad (1)$$

де $i_{\text{кор. пок.}}$ – щільність струму покриття;

$i_{\text{кор. осн.}}$ – щільність струму основи ($I_{k(316L)} = 0,18 \text{ мА}/\text{см}^2$)

Отримані результати проведеної роботи дозволили зробити висновки, що зразки з Zr покриттям отримані методом МПН характеризувались більш ефективною стійкістю до корозії, в порівнянно із Ti покриттями. Що підтверджується зсувом потенціалу розімкнутого ланцюга $E_{\text{прл}} = +149 \text{ mV}_{\text{NEN}}$ у більш позитивному напрямку для Zr покриттів, який передбачає утворення пасивного шару і є захисним бар'єром від корозії та коефіцієнтом ефективності захисту поверхневого шару $Pe = 58\%$. Крім того, результати потенціал-динамічного тесту підтверджуються інтерпретацією поведінки $E_{\text{прл}}$, завдяки більшим значенням потенціалу руйнування $E_p = +392 \text{ мВ}$ та найнижчим значенням коефіцієнту щільноти струму $I_k = 0,076 \text{ мА}/\text{см}^2$, отриманим для зразків з Zr покриттям.

Список посилань

1. Сидельников А.И. Сравнительная характеристика материалов группы титана, используемых в производстве современных дентальных имплантатов [Текст] / А.И. Сидельников // Инфо-Дент, 2000 – № 5 – С. 10–12.
2. Шерепо К.М. К вопросу о применении циркониевых сплавов для эндопротезов и средств остеосинтеза / К.М. Шерепо, А.Б. Парфенов, И.С. Зусманович // Ж. Медицинская техника, 1992 – № 5 – С. 14-16.
3. Alontseva D. L. Robotic microplasma spraying and characterization of zirconium coatings / D. L. Alontseva; A. R. Khozhanov; S. Voinarovich; O. Kyslytsia; N.V. Prokhorenkov; A. B., Sadibekov S. Kalyuzhny // 7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, 14-26 Sept. 2020 – P. 817-821.

УДК 677.522

Бердник О.Ю., канд. техн. наук, доцент
Бондаренко О.П., канд. техн. наук, доцент
Ластівка О.В., канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури, kseniareznik87@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ І ХАРАКТЕРИСТИКА ВИЛУГОВУВАННЯ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН І ВИРОБІВ НА ЇХ ОСНОВІ

З розвитком нових галузей будівництва викликала необхідність створення нових матеріалів, які мають комплекс оригінальних властивостей. Одним з таких матеріалів є базальтові волокна, які мають високу механічну міцність і термостійкість, низьку теплопровідність і гігроскопічність, підвищену стійкість до впливу агресивних середовищ, різких змін температур. Базальтове волокно отримують із природних мінералів (базальт, амфіболіти, габро, діабази та ін.) шляхом їх розплаву та подальшого формування у волокно без додавання хімічних домішок [1].

Базальтове волокно не піддається значному руйнуванню в нейтральному та слабо лужному середовищах, але є менш стійким до дії кислот. Виняток становить супер тонке базальтове волокно, що не піддається дії розчинів лугів і кислот. Базальтові волокна можна використовувати в якості армування для бетонних виробів.

Головними особливостями базальто-цементу є його висока міцність при всіх видах напружених станів і здатністю переносити більші деформації в пружному стані. При цьому відносна деформація цементного каменя без утворення тріщин сягає 0,7-0,9%. Така деформація в 35-45 разів перевищує попереднє подовження неармованого цементного каменя, значне збільшення деформативності і міцності цементного каменя відбувається за рахунок видалення базальтовим волокном впливу концентрації напружень в місцях, послаблених структурними дефектами цементного каменя (раковинами, мікротріщинами і т.д.). При витримуванні зразків в агресивних середовищах і пришвидшенному старінні з різними температурними режимами зразків базальтофібробетону на контактній зоні «волокно-цементна матриця» з'являються новоутворення в результаті взаємодії гідрооксиду кальцію портландцементу з оксидом кремнію базальтового волокна [2,3].

Отже, виходячи із аналізу властивостей базальтових волокон, рекомендується такі галузі їх застосування: теплоізоляція гарячих поверхонь різноманітних конфігурацій з температурою до 700 °C; холдоізоляція при низьких температурах (до -200 °C); звукопоглинання в діапазоні частот до 8000 Гц; фільтрація газових середовищ; виготовлення текстильних полотен спеціального призначення, в якості армування для бетонних виробів.

Список посилань

1. Berdnyk O Yu, Lastivka O V, Maystrenko A A, Amelina N O. Processes of structure formation and neoformation of basalt fiber in an alkaline environment. – IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 020). – Vol. 907. – 012036. (Scopus) <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/907/1/012036/pdf>.
2. Gots V.I., Lastivka O.V., Berdnyk O.Yu., Tomin O.O., Shilyuk P.S. Corrosion resistance of polyester powder coatings using fillers of various chemical nature. – Key Engineering Materials.–Vol.864.115-121 (Scopus) DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.864.115>
3. O. P. Bondarenko, S. G. Guzii, K. D. Zaharchenko, E. D. Novoselenko DEVELOPMENT PROTECTIVE MATERIALS BASED GLASS & SLAG CONTAINING PORTLAND COMPOSITIONS Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Vol. 6/11(78) – 2015. – pp. 41-47. doi: 10.15587/1729-4061.2015.5657.

УДК 620.178.169

Томіна А.-М.В., канд. техн. наук, старший викладач

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, an.mtolina@gmail.com

Калініченко С.В.

ТОВ «Спецтехоснастка», м. Кам'янське, Україна, prof@3g.ua

Начовний І.І. канд. техн. наук, доцент

Український державний хіміко-технологічний університет, dekan.udhtu@gmail.com

ЗНОСОСТИЙКИЙ КОМПОЗИТ НА ОСНОВІ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕНУ

Широке використання у трибологічних з'єднаннях металургійної, текстильної та сільськогосподарської техніки отримали деталі з фторполімерних композиційних матеріалів (ФПКМ), у тому числі на основі політетрафторетилену (ПТФЕ). Хімічні волокна є одними із розповсюджених модифікаторів для ФПКМ [1]. Так, їх використання дозволяє отримати композит із високою зносостійкістю, підвищеними тепlopровідністю та міцністю, низькими вагою та коефіцієнтом термічного лінійного розширення. Авторами [2] встановлено, що введення полісульфонамідного (Танлон Т700, виробник компанія «Shanghai Tanlon Fiber Co.», Китай) волокна до ПТФЕ у кількості 5-20 мас.% призводить до покращення його триботехнічних і фізико-механічних характеристик. Одним із розповсюджених контртіл у вузлах тертя є чавун, тому, враховуючи зазначене, ПТФЕ і композит ($\varnothing=10$, $h=15$ мм) із ефективним вмістом наповнювача (15 мас.%) були досліджені в режимі тертя без змащування на машині зі зворотно-поступальним рухом. Як контртіло був використаний чавун СЧ20 ($R_a=0,35-0,60$ мкм). На зразок діяло навантаження 0,64 МПа, швидкість ковзання складала 0,98 м/с. Шлях тертя та час досліду становили 1767 м та 1800 с відповідно. Отримані результати оброблювались за допомогою методів математичної статистики. Із даних, наведених у табл. 1, видно, що введення органічного волокна призводить до зменшення коефіцієнту тертя та інтенсивності лінійного зношування ПТФЕ у 1,13 та 73 рази відповідно. Отримані результати вказують на здатність даного ФПКМ чинити опір навантаженню в процесі взаємодії з контртілом (рис. 1).

Таблиця 1 – Триботехнічні характеристики політетрафторетилену та композиту

Показник	Вміст волокна, мас. %	
	0	15 мас. %
Коефіцієнт тертя, f	0,83	0,73
Інтенсивність лінійного зношування $I_h \times 10^{-9}$, м/м	659,0	8,96



a



б

Рис. 1 – Продукти зношування чистого політетрафторетилену (а) та композиту (б)

Список посилань

1. Захарычев С.П. Самосмазывающиеся подшипники скольжения на основе эпоксидафтоторопластов [Текст] / С.П. Захарычев, В.А. Иванов // Вестник ТОГУ. – 2016. – Т.43, № 4. – С. 87–94.
2. Kalinichenko S.V. The developing of tribotechnical organoplastic [Текст] / S.V. Kalinichenko, A.-M.V. Tomina, I.I. Nachovniy, O.I. Burya // Journal Problems of Tribology. – 2019. – Vol. 91, No. 1. – P. 30–34.

УДК 621.791.1/8:621.791.94

**Майданчук Т.Б. канд. техн. наук, наук. співробітник
Лук'янченко Є.П., мол. наук. співробітник
Степченко Д.М., зав. групи
Резнік С.А., провідний інж.-техн.**

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ, pwi_37@ukr.net

ВИСОКОПРОДУКТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗВАРЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТИКОВИХ ШВІВ

В даний час зварювання стикових з'єднань товстого металу у вертикальному положенні виконується, в основному, з примусовим формуванням швів двома способами – електрошлаковим і дуговим із застосуванням спеціальних порошкових дротів.

В ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України в останні роки розроблена технологія і апаратура дугового зварювання з примусовим формуванням вертикальних швів під тонким шаром розплавленого шлаку дротами суцільного перерізу.

Цей спосіб поєднує в собі спокійний перебіг процесу і надійний захист зварюальної ванни, властиві електрошлаковому зварюванню, високу продуктивність і необхідні механічні властивості з'єднань, які забезпечуються при зварюванні порошковим дротом. Застосування при зварюванні двох і більше електродних дротів малого діаметру дозволяє не тільки підвищити стабільність процесу, а й розширити в сторону зменшення діапазон зварюваних товщин. Флюс при такому процесі витрачається тільки на утворення тонкої шлакової кірки на поверхнях шва. При цьому, в порівнянні зі зварюванням порошковим дротом, забезпечується хороший візуальний контроль за дротами в розкритті, а значно менше виділення зварюального аерозолю покращує санітарно-гігієнічні умови роботи зварника-оператора. Зменшення діаметру дротів і дуговий характер процесу дозволяє зменшити величину зазору в стику до розмірів, достатніх для безпечної проходу наконечників мундштуків. Це один з факторів зменшення тепловкладення і, як результат, підвищення механічних властивостей зварних з'єднань.

Другим фактором зниження тепловкладення є більш висока продуктивність плавлення дроту малого діаметру. До того ж, на відміну від порошкового, дроти суцільного перерізу допускають значні збільшення їх вильоту, що додатково підвищує продуктивність процесу плавлення. Так, на конструкційних стаях товщиною 20мм була досягнута швидкість зварювання 10,5 м/год, в той час як при зварюванні порошковим дротом Ø3мм – 2,5 м/год. При цьому теплоємкості і тепlopровідності стали недостатньо, щоб швидко відвести тепло від зварного шва. Нижче повзуна залишається близько 16 см шва, що знаходиться при температурі вище 800° С, що може бути використано для примусового охолодження сталей, які не схильні до утворення гартівних структур з метою отримання дрібнозернистої структури і підвищення міцності зварного з'єднання.

Попередні дослідження показали, що з підвищенням вильоту електродного дроту і величини струму, що проходить по ньому, значно знижується тепловкладення і витрата електроенергії на зварювання.

Крім підвищення продуктивності при використанні двох і більше електродних дротів розширяється діапазон зварюваних товщин. Так, двома дротами успішно зварюється метал товщиною 12-50 мм, а трьома – до 90-100 мм. Таким чином, розроблений процес зварювання стикових вертикальних швів є одним з найбільш продуктивних, економних, мобільних і може використовуватись для зварювання металу в широкому діапазоні товщин.

УДК 621.75

Білобородченко В.І., канд. техн. наук

Національний університет «Львівська політехніка», volodymyr.i.biloborodchenko@lpnu.ua

ЛАЗЕРНЕ ТЕРМОЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ПРЕС-ФОРМ (частина 1)

Переважна більшість виробів з полімерів виготовляється за технологіями литва під тиском із застосуванням прес-форм. Як їх матеріали найбільше застосовуються сталі на підставі безвуглецевих систем комплексного легованого типу: Fe-Ni-Mo, Fe-Ni-Co-Mo, Fe-Cr-Ni-Mo, Fe-Cr-Ni-Co-Mo, механічні властивості яких забезпечуються відповідним термічним обробленням пластичної матриці на основі заміщеного мартенситу, що знаходиться у жорсткому каркасі з сильно диспергованих високоміцних інтер-металевих фаз [1].

Зміна структури поверхневого шару матеріалу за рахунок термофізичного оброблення лазерним випромінюванням має показники: 1) мікротвердість зони зміцнення знаходиться в межах $H_{\mu}=800...1200$ МПа; 2) глибина зміщеного шару 80...120 мкм;

Для процесів поверхневого оброблення питома енергія становить [2,3].

$$\varepsilon = E \tau, \quad (1)$$

де E [Вт/см²] – густина потужності,

τ – час випромінювання і характеризується рівнем $E=1...10^3$ Дж/см² та $\tau=1\cdot10^{-3}$ с.

У такому часовому інтервалі, більшому за час релаксації, відбувається процес поглинання енергії електронним газом та іонами кристалічної гратки. Таким чином, весь мікрооб'єм металу нагрівається як суцільне середовище, що відповідає умовам нагрівання звичайним тепловим джерелом з високим ступенем комутації зони дії.

Просторовий розподіл щільності потужності випромінювання $P(y,z)$ при розрахунках теплового впливу на термооброблений матеріал розглядається як суперпозиція нормального та рівномірного розподілень за площиною плями нагрівання.

$$P = \begin{cases} P(r) = P_0 \cdot \exp(-k \cdot r^2) \\ P(r_0) = \begin{cases} P_0; r_0 \geq r \geq 0 \\ 0; r \geq r_0 \end{cases} \end{cases} \quad (2)$$

Загальний зв'язок між такими розподіленнями, який враховується у теплофізичних моделях впливу потужності лазерного імпульсу на матеріал, визначається через коефіцієнт зосередженості $k = \frac{3}{r^2}$, як параметру кривини нормального закону розподілення щільності

потужності випромінювання і радіусу $r_0 = B / \sqrt{k}$, де $B=1$, з умовою, що на відстані r_0 від осі випромінювання розподілення енергетичного потоку імпульсу спадає у e -разів.

Умова (2) коректна, якщо кут розходження променю на рівні 0,86 повної потужності не перевищує 2...5 мрад, тренд променевої осі не більше 0,2 мрад, нестабільність кутового розходження променю на фокусній відстані не більше $\pm 2\%$, а нестабільність повної потужності випромінювання не перевищує $\pm 3\%$.

Оцінка геометричних і теплових параметрів плями (рис.1....6.) дозволяє базуватися на показники процесу: ефективний коефіцієнт поглинання $A=0,76$, граничне значення потужності не більше $4 \cdot 10^8$ Вт/м², прийнятний діапазон зміни значень щільності потужності в плямі нагрівання 140...250 Вт/мм².

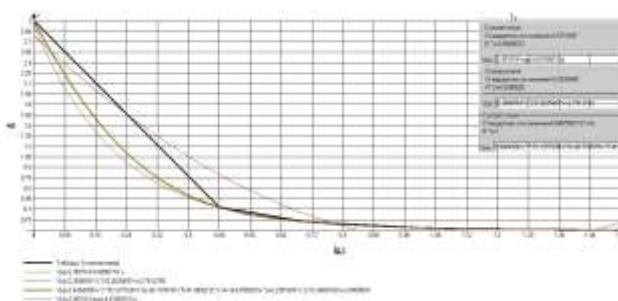


Рис. 1 – Залежність коефіцієнту зосередженості від радіусу плями опромінення

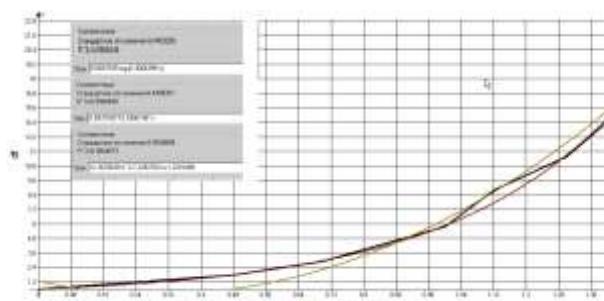


Рис.2 – Залежність радіусу центральної частини плями (зона рівномірного розподілення щільності потужності світлового потоку) від радіусу плями опромінення.

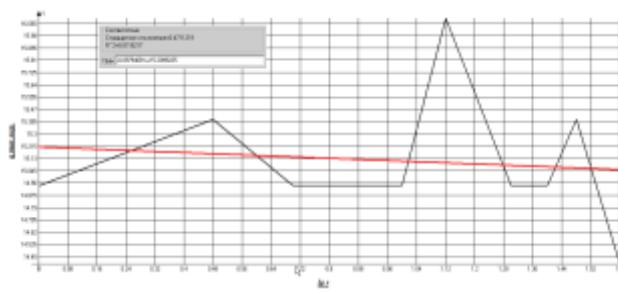


Рис. 3 – Залежність щільності розподілення порогового значення теплового потоку від радіусу плями опромінення

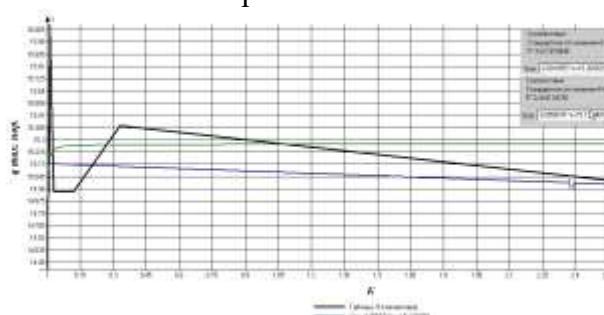


Рис.4 – Залежність щільності розподілення порогового значення теплового потоку від коефіцієнту зосередженості

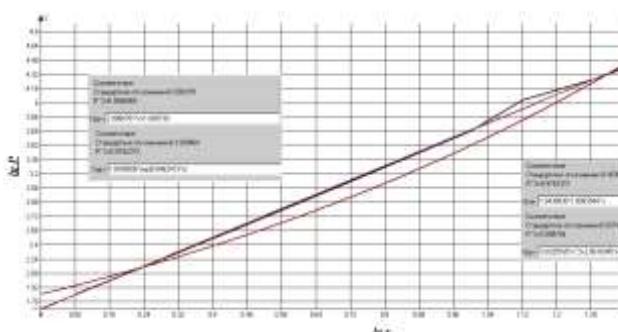


Рис. 5 – Залежність розподілення потужності випромінювання від радіусу плями.



Рис. 6 – Фотограми налагодження режиму випромінювання ОКГ «КВАНТ-16»:
а – вплив радіусу плями випромінювання на геометричні параметри щільності розподілення світлового потоку; б- вплив радіусу плями опромінення на потужність потоку та коливання граничної величини щільності розподілення теплової потужності у плямі нагрівання.

Список посилань

1. www.metalalloy/Powerwag Felloy.
2. Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок/ Под ред.. Панченко В.Я. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 664с.
3. Бирюков В. Лазерное упрочнение и легирование сталей. / Бирюков В. //Фотоника, №3. – 2013. – С.34-37.

УДК 621.793

Бурлаченко О.М., канд. техн. наук
Вігілянська Н.В., канд. техн. наук
Грищенко О.П., мол. наук. співр.

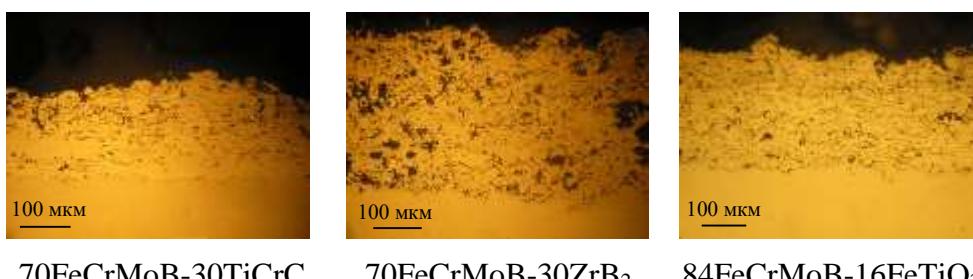
Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ, oleksiibur@gmail.com

КЕРМЕТНІ ПЛАЗМОВІ ПОКРИТТЯ З АМОРФНОЮ СТРУКТУРОЮ

Проведено розробку плазмових керметних покріттів, що складаються з аморфної матриці сплаву Fe-Cr-Mo-B з дисперсними керамічними включеннями.

Порошки для плазмового напилення були отримані методом механічного легування суміші порошку аморфного сплаву Fe-Cr-Mo-B і відповідного керамічного порошку (ZrB_2 , $TiCrC$ і $FeTiO_3$) в планетарному млині при швидкості обробки 1500 хв^{-1} протягом 1,5 годин. У процесі механічного легування частинки порошку набувають однорідної структури з середнім розміром 20...22 мкм і мікротвердістю 5,1...6,0 ГПа. Нанесення покріттів з отриманих порошків проводили на установці плазмового напилення УПУ-8М.

Структура плазмових покріттів $FeCrMoB-ZrB_2$ і $FeCrMoB-TiCrC$ складається з повністю або частково деформованих частинок і оксидних шарів. По всьому перетину покріття наявні порожнечі в кількості ~10об.%, які утворюються внаслідок неповної деформації частинок, що напилюються, при формуванні шару покріття. Плазмове покріття $FeCrMoB-FeTiO_3$ має щільну ламелярну структуру, сформовану з повністю деформованих частинок розплавленого порошку.



70FeCrMoB-30TiCrC 70FeCrMoB-30ZrB₂ 84FeCrMoB-16FeTiO₃

* - склади наведені в об. %.

Рис. 1 – Мікроструктура плазмових покріттів з керметних порошків, отриманих методом механічного легування

Рентгенофазовим аналізом встановлено, що при проходженні порошків через плазмовий струмінь відбувається окислення керамічних включень і часткова взаємодія між аморфізуючим сплавом $FeCrMoB$ і добавками ZrB_2 , $TiCrC$, $FeTiO_3$, а покріття набувають аморфно-кристалічної структури.

Стійкість отриманих керметних покріттів в умовах сухого тертя перевищує стійкість сталі 45 більш ніж у 8 разів, а при абразивному зношуванні – в 3-4 рази. Використання керамічних включень дозволило збільшити зносостійкість покріттів по відношенню до $FeCrMoB$ -покріття в умовах сухого тертя в середньому на 20%, в умовах абразивного зношування - на 30...40%. Корозійна стійкість керметних покріттів у середовищах 3%NaCl та 1M KOH перевищує стійкість $FeCrMoB$ -покріття на ~20 %.

Використання розроблених керметних покріттів на основі сплаву $FeCrMoB$ з керамічними добавками ZrB_2 , $TiCrC$, $FeTiO_3$ є перспективним для зміцнення поверхонь вузлів тертя машин і механізмів, в т. ч., які працюють в агресивному середовищі, за рахунок підвищення їх службових характеристик та здешевлення процесу зміцнення при використанні доступних вихідних матеріалів.

УДК 621.9.048.7:620.22:620.3:621.9.02 (043.3)

Бреус А.О., канд. техн. наук, доцент

Торосян О.В., асистент

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна,
o.tarasyan@khai.edu

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧІННЯ ЗАГАРТОВАНОЇ СТАЛІ 45 ІНСТРУМЕНТОМ З ПОКРИТТЯМ

У зв'язку з розвитком автоматизованого виробництва деталей машин і ракетно-космічної техніки пред'являються нові, більш високі вимоги до різального інструменту і методам виготовлення деталей. Істотне підвищення працездатності різального інструменту досягається за рахунок нанесення покріттів, які підвищують твердість і зносостійкість.

Дослідження зносу різального інструменту проводилося в два етапи: на першому етапі здійснювалося точіння в суцільному матеріалі, на другому етапі розглядався процес оброблення при точінні з ударом, який імітувався за допомогою заготовки, де були виконані три паза, симетрично розташованих по колу. Були проведені експериментальні дослідження основних етапів технологічного процесу осадження плазмово-іонного наноструктурного покріття на багатогранні твердосплавні пластини при подачі імпульсно-періодичного потенціалу зміщення на підкладку. Отримані результати дослідження, спрямовані на отримання альтернативних рішень щодо синтезу іонно-плазмових наноструктурних покріттів складу $(\text{Zr}0,8\text{Hf}0,2)\text{N}$ на робочих поверхнях твердосплавних пластин фірми Iscar (Ізраїль) з твердих сплавів марок IC808 і IC830 із застосуванням удосконаленого PVD – методу (КІБ + ІПП).

Випробування проводилися за схемою безперервного й переривчастого (ударного) точіння.

Ударні навантаження імітувалися з допомогою спеціального циліндричного зразка з поздовжніми симетрично розташованими по колу пазами. Порівняльні дослідження працездатності багатогранних змінних пластин типорозмірів 80 CNMG 120412 NF і 90 SNMG 120412 TF, забезпечених зносостійкими покріттями, отриманими за базовою технологією КІБ і розробленою технологією КІБ + ІПП, проводилися в лабораторних умовах при точінні на верстаті з ЧПК фірми Okuma (Японія) моделі Multus B 300C.

Залежність зношення по задній поверхні для твердосплавних пластин з покріттями, отриманими за технологією КІБ + ІПП, показано на рисунку 1.

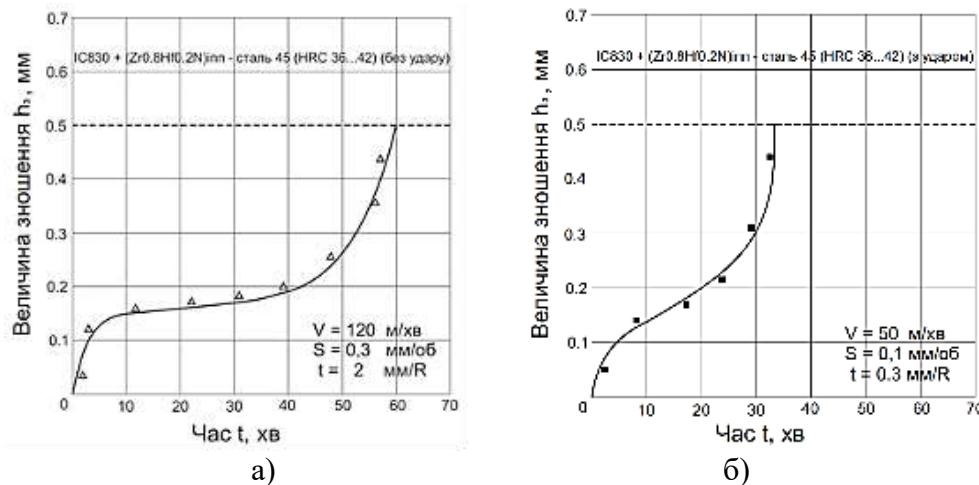


Рис. 1 – Зношення по задній поверхні для твердосплавних пластин з покріттями, отриманими за базовою технологією та технологією КІБ + ІПП: а – IC830 – КІБ + ІПП точіння без удару; б – IC830 – КІБ + ІПП, точіння з ударом

Режими різання при проведенні виробничих випробувань вибиралися згідно з рекомендаціями фірми-виробника. Для визначення зношення по задній поверхні використовувався інструментальний мікроскоп БМІ-1Ц.

Для встановлення морфології поверхні й структури нанорозмірного покриття, а також перехідної зони між покриттями і твердосплавної основи було проведено структурний аналіз із використанням растрового електронного мікроскопа.

Аналіз структури покриття і перехідної зони, показані на рисунку 2 свідчать про однорідність покриття, що формується.

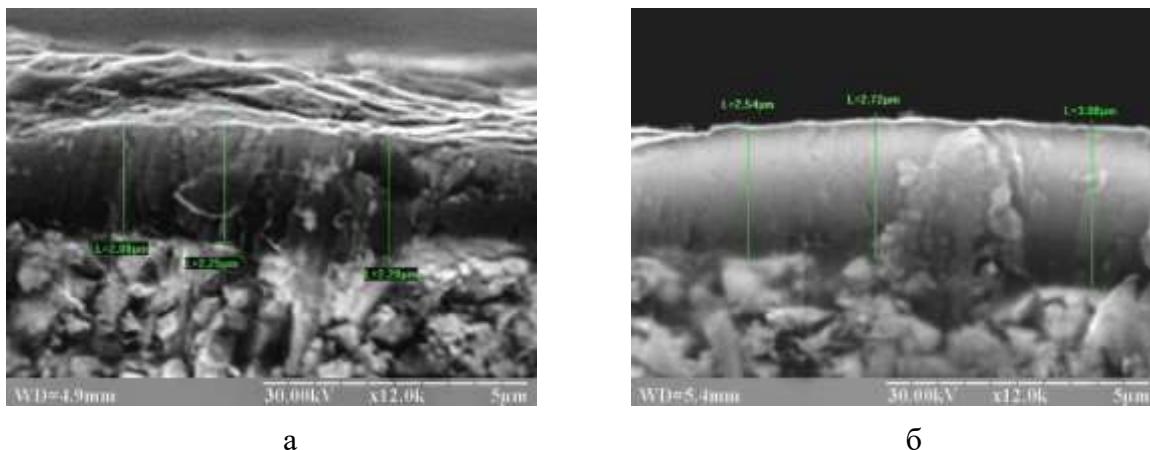


Рис. 2 – Структура покриття перехідної зони: а – твердий сплав IC808; б – твердий сплав IC830

Характер розподілу матеріалу покриття серед зерен твердосплавної основи дає змогу пояснити причини високої адгезії покриття до основного матеріалу. У більшості випадків формування фізико-механічних властивостей поверхонь і поверхневих шарів деталей машин відбувається під час механічного оброблення різанням лезовим твердосплавним інструментом.

Враховуючи, що підвищення експлуатаційних характеристик поверхонь різальних пластин досягається нанесенням зміцнювальних покріттів різного складу й структури, у тому числі нанорозмірної шкали, інтерес становить оцінювання параметрів шорсткості цих покріттів. Серед застосовуваних у промисловості методів вимірювання шорсткості найбільшого поширення отримали безконтактні й контактні методи. У цьому зв'язку перевагу було віддано контактному методу, що забезпечує одержання найбільш достовірних оцінок. Для вимірювання параметрів шорсткості було використано прилад Hommel Nanoscan 855, який дає змогу проводити одночасний контроль шорсткості й показників контуру поверхні за один прохід. Отримані результати вимірювань показали, що при точінні загартованої сталі 45 без удару шорсткість становить R_a 0,34 μ m, а при точінні з ударом шорсткість становить R_a 0,44-0,48 μ m.

Використання КІБ + ІПП для процесів осадження вакуумно-плазмового покриття (Zr0,8Hf0,2)N на багатогранні пластини з твердих сплавів IC830 і IC808, які використовуються для операцій чорнового токарного оброблення сталі 45, дає змогу підвищити стійкість пластин з твердих сплавів IC830 і IC808 на 2,5 при точінні в суцільному матеріалі й на 1,5 при точінні з ударом рази, порівняно з неопрацьованими пластинаами.

Список посилань

1. Костюк, Г. И. Эффективные покрытия и модифицированные упрочненные слои на режущих инструментах [Текст]: моногр.-справ./ Г. И. Костюк. – К.: Между-нар. академ. наук и иннов. техн., 2012. – 728 с.
2. Шулаев, В. М. Сверхтвердыеnanoструктурные покрытия в ННЦ ХФТИ /В. М. Шулаев, А. А. Андреев // Физическая инженерия поверхности. - 2008. - Т.6, №1-2. - С. 4 – 19.

УДК 621.793.7:620.3

Бреус А.О., канд. техн. наук, доцент

Сердюк О.Л., аспірант

Баранов О.О., докт. техн. наук, професор

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків,
o.baranov@khai.edu

ВУГЛЕЦЕВІ НАНОСТРУКТУРИ З МОДИФІКОВАНОГО ГРАФІТУ

Дуговий розряд є потужним засобом для генерації вуглецевих наноструктур [1]. Для активації процесу їх зростання також доцільно використовувати режим переходу від тліючого до дугового розряду [2]. Для активації цього режиму необхідно проводити попередню обробку графітового зразка шляхом обробки вуглецево-місткою порошковою сумішшю, розігнаною до швидкостей близько до звукових, а потім витримувати цей зразок в атмосфері водню.

Підтверджено перспективність використання транзитного режиму магнетронного розряду, коли на дію тліючого розряду накладається дія катодних плям дугового розряду. В цьому випадку можлива генерація складних вуглецевих наноструктур: травоподібної структури нанониток, які можуть мати прикладне значення у якості емітерів, «нанопаттернінг», коли частки металу, що потрапили на поверхню катоду під час дугоутворення, діяли у якості шаблону по відношенню до поверхні, яка оброблялася іонним потоком; щільно укладені і скручені вуглецеві нанонитки і наночастинки; «стовпчики» з пелюстками, які утворюють поверхні з великим відношенням площин до об'єму матеріалу, що є цікавим для розробки чуттєвих пристрій-аналізаторів.

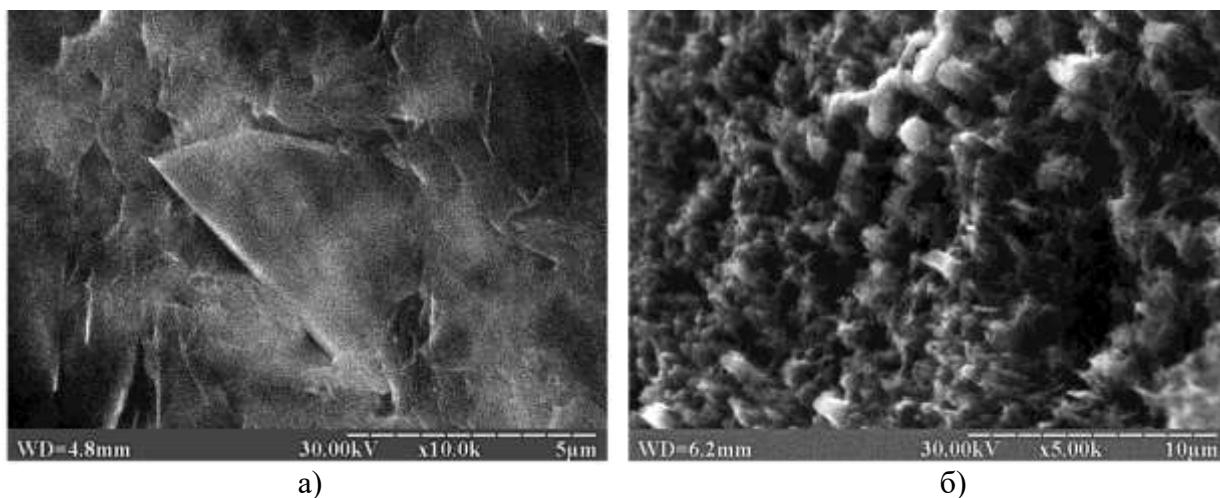


Рис. 1 – Зображення поверхні катоду з модифікованого графіту, отриманого засобами електронної мікроскопії (SEM): а – поверхня катоду до іонної обробки; б – зона біля краю катоду, де лінії магнітного поля перпендикулярні поверхні катоду

Список посилань

1. Tracking nanoparticle growth in pulsed carbon arc discharge [Текст] / C. Corbella, S. Portal, J. Rao, M. N. Kundrapu, M. Keidar // Journal of Applied Physics. – 2020. – V. 127, No 24. – P. 243301-1-243301-16. <https://doi.org/10.1063/5.001128>.
2. Discharge characteristics of the magnetron system for sputtering, deposition, and nanotechnology applications [Текст] / A.A. Breus, A.L. Serdiuk, V.I. Ruzaikin, O.O. Baranov // Авіаційно-космічна техніка і технологія. – X., 2020. – №6. – с. 72-79.

УДК 621.791: 621.81

Кошевий А.Д., канд. техн. наук, доцент

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, sp@dgma.donetsk.ua

Кошева А.А., інженер,

ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод», м. Краматорськ

Голуб Д.М., канд. техн. наук, доцент

Жаріков С.В., канд. техн. наук, доцент

Водолазький А.О., студент

Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, goldenmih@ukr.net

НАПЛАВЛЕННЯ ВТУЛОК ПРЕСІВ ГАРЯЧОЇ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ САМОЗАХІСНИМ ПОРОШКОВИМ ДРОТОМ

Матеріал інструмента гарячого пресування, що працює в умовах безпосереднього контакту з гарячим металом, повинен забезпечувати високі показники експлуатаційних та технологічних якостей. Тому диференційований вибір матеріалу інструменту гарячого деформування, особливо при його відновленні шляхом наплавлення, є великим резервом підвищення часу його роботи. Так, для підвищення опору деформуванню та підвищення стійкості, які забезпечують надійність та працездатність інструменту, необхідно забезпечити високі показники якості наплавленого металу: міцність, зносостійкість, стійкість проти утворення тріщин, тепlostійкість, що в значній мірі залежать від якості підготовки та проведення процесу відновлення інструменту шляхом наплавлення.

Вибір матеріалу наплавлення проводився шляхом багатофакторного планування і випробуваннями на зносостійкість, разгаростійкість та напружене-деформований стан робочого інструменту, в результаті чого було обрано склад самозахисного порошкового дроту типу ПП40Х12ГВ5ФТ, %: С – 0,35-0,45; Cr – 11,5-12,5; W – 3,5-4,0; V – 0,17-0,25; Mn – 0,35-0,60; Si – 0,30-0,32; Ti – 0,17-0,25.

Перед відновленням пресового інструменту проводився його огляд для виявлення дефектів поверхні. Огляд показав наявність сітки тріщин, а також налипання металу, що пресують, з подальшим виривом його в деяких місцях. Виявлені дефекти підлягали механічній обробці до повного виведення тріщин разгару, які мали місце на внутрішній поверхні, та налипання металу, що пресують. Обробка проводилася східчасто. При цьому місця більш глибокого розтріскування мали більш глибоку обробку.

Наплавлення виконували короткою дугою, нешироким валиком. Ступінь перекриття валиків – 0,5-0,6. Накладання наступного валика проводили після очищення шлаку.

Випробування працездатності наплавленого та термообробленого пресового інструменту проводили шляхом пресування заготовок з міді, латуні, а також сплаву МнЖ5-1. Випробування проводили на горизонтальних гідрравлічних пресах різної потужності. За критерій оцінки приймалася кількість пресовок, які витримувала втулка на знос в дозволених межах. З цією метою на кожну втулку був складений паспорт, який супроводжував втулку на усьому шляху від механічної обробки до кінцевої термічної обробки та шліфовки і повторної постановки на прес для випробування. Це дозволило встановити ефективний контроль за втулкою, або іншим інструментом, і закріпити її за відповідною прес-формою.

Усі проведені випробування показали, що стійкість робочих втулок, наплавлених самозахисним дротом ПП40Х12ГВ4ФТ збільшилась, в порівнянні з відомим ПП20Х4В10Н4ФТ більше ніж у два рази, а у порівнянні з складом металу 38ХН3МФА – більш ніж у три рази. Виробничі випробування, підтвердили доцільність використання самозахисного порошкового дроту ПП-40Х12ГВ4ФТ, що забезпечує значно більшу зносостійкість, разгаростійкість і роботу в напружене-деформованому стані.

УДК 621.791, 621.36

Нагорна І.В., асистент

Ющенко С.М., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», zavalnaya89@gmail.com

ОЦІНКА БЛОКУЮЧОГО ЕФЕКТУ ІОННО-МОДИФІКОВАНОГО БАР'ЄРНОГО ПРОШАРКУ

На сьогоднішній день термоелектрики – найбільш привабливі перетворювачі енергії за рахунок своєї екологічності. Вони характеризуються компактністю, надійністю та не містять в своєму складі шкідливих хімічних сполук. Питання створення антидифузійного бар'єрного прошарку та вивчення його властивостей при їх виготовленні залишається актуальним.

Антидифузійний бар'єрний прошарок дозволяє попередити проходження взаємної дифузії матеріалів провідника в напівпровідник при виготовленні термоелементів. Серед існуючих методик створення бар'єрного прошарку значного блокуючого ефекту можна досягти при створенні його на поверхні провідника, при умові іонного бомбардування поверхні цього шару в тліючому розряді.

Дослідження дифузійних процесів в зоні контакту та оцінку блокуючого ефекту антидифузійного бар'єрного прошарку вивчали авторадіографічним методом на зварних з'єднаннях пари мідь–мідь. У роботі використовували радіоактивний ізотоп кобальту ^{60}Co з енергією β -випромінювання $1,48 \text{ MeV}$, який наносили електролітичним методом на одну з поверхонь міді. Товщина шару ^{60}Co складала $\sim 0,3\text{--}0,5 \text{ мкм}$, активність $5\cdot10^3 \text{ інп./хв.}$. Зразки перед зварюванням збирали за схемою: $\text{Cu} / {}^{60}\text{Co} - \text{Cu}$ та $\text{Cu} / {}^{60}\text{Co} - \text{Cr} / \text{Cu}$. Бар'єрний прошарок з хрому наносили на поверхню міді іонно-плазмовим методом та перед зварюванням модифікували його у вакуумі іонами аргону. Товщина шару – 3 мкм .

Після зварювання зразки розміщувалися на фоточутливій плівці для здійснення авторадіографування. Далі здійснювали проявлення та фотометрування плівки. У результаті було одержано концентраційний розподіл радіоактивного ізотопу кобальту як в чисту, так і в іонно-модифіковану мідь. Оцінку значень коефіцієнтів дифузії проводили за методикою, що описана в [1], а розрахунок здійснювали за формулою [2]:

$$D = \frac{X^2}{2\tau}, \quad (1)$$

де X – глибина проникнення ізотопу, см;

τ – тривалість процесу зварювання, сек.

За результатами експериментів було отримано значення коефіцієнтів дифузії, визначені за формулою (1). Встановлено, що у зразку без іонно-модифікованого прошарку хрому коефіцієнт дифузії відповідає значенню $3,7\cdot10^{-8} \text{ см}^2/\text{сек}$, а у зразку із прошарком – $2\cdot10^{-8} \text{ см}^2/\text{сек}$. При цьому глибина проникнення ізотопу кобальту у першому випадку склала 115 мкм , а у другому – 85 мкм .

Таким чином, результати досліджень показали, що швидкість дифузії у іонно-модифікованому мідному зразку практично вдвічі нижче, ніж у чистому. Даний факт підтверджує існування блокуючого ефекту та дозволяє застосовувати іонне модифікування поверхні металу з метою попередження взаємодифузії матеріалів, що може бути використано для виготовлення термоелементів.

Список посилань

1. Бокштейн, Б.С. Электронно-микроскопическая авторадиография в металловедении / Б.С. Бокштейн, С.С. Гинзбург, С.Т. Кишкин, Л.М. Мороз. М.: Металлургия, 1978. – 264 с.
2. Маннинг Дж. Кинетика дифузии атомов в кристаллах / Дж. Маннинг; пер. с англ. Д. Е. Темкина; под ред. Б. Я. Любова. М.: Мир, 1971. – 278 с.

УДК 621.791.762.1

Зяхор І.В., канд. техн. наук
Завертаний М.С., канд. техн. наук
Наконечний А.О.
Левчук А.М.
Шило Ю.А.

Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАН України, м. Київ, zyakhor2@ukr.net

СТРУКТУРА РІЗНОРІДНИХ З'ЄДНАНЬ ЖАРОМІЦІХ НІКЕЛЕВИХ СПЛАВІВ ПРИ КОНТАКТНОМУ СТИКОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ОПОРОМ

Експлуатаційна надійність відповідальних деталей авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) забезпечується завдяки використанню жароміціх матеріалів, зокрема сплавів на хромонікелевій основі. Для виготовлення компонентів турбін використовують жароміцні нікелеві сплави (ЖНС) – деформовані (диски) і ливарні (лопатки). Для вітчизняних розробників і виробників авіаційних ГТД (ДП “Івченко-Прогрес”, АТ «Мотор Січ») актуальним є вирішення завдання нероз’ємного з’єднання дисків з лопатками, виготовлених із ЖНС – деформованого ХН73МБТЮ та ливарного ВЖЛ12У.

Сплави ВЖЛ12У і ХН73МБТЮ належать до таких, що не зварюються або обмежено зварюються при всіх способах зварювання плавленням, оскільки відрізняються схильністю до утворення тріщин при зварюванні та термічній обробці. Для забезпечення якісного з’єднання високолегованих ЖНС актуальним є використання способів твердофазного з’єднання, зокрема контактного стикового зварювання (КСЗ) опором.

Розробка технології КСЗ опором різноміненных сплавів ВЖЛ12У та ХН73МБТЮ пов’язана з низкою проблем, зокрема нерівномірністю процесів нагрівання і деформації при контактних об’ємів матеріалів, значному опору пластичній деформації і широким температурним інтервалом крихкості цих сплавів. Температурний інтервал деформування (ТІД) сплавів визначається температурою $T_{\text{py'}}$ повного розчинення γ' -фази і температурою початку плавлення $T_{\text{солідус}}$. Зі збільшенням об’ємної частки γ' -фази в сплаві, ТІД звужується – значення $T_{\text{солідус}}$ знижується, а $T_{\text{py'}}$ – підвищується. Суттєвими факторами, що впливають на формування структури і морфологію γ' -фази, є максимальна температура у зоні контакту і розподіл температур у зоні термомеханічного впливу (ЗТМВ) з’єднань.

Досліджували формування структури з’єднань сплавів ХН73МБТЮ і ВЖЛ12У при безпосередньому КСЗ опором, і з’єднань, одержаних з використанням проміжного прошарку у вигляді наношаруватих фольг (НФ) різних систем (Ni/Cr, Al/Ni, Ni-Al/Ni-Ni, Ti-Al/Ni-Ti). Використовували НФ товщиною 20...100 мкм.

Склад НФ встановлювали виходячи з його приблизної відповідності складу різних структурних складових сплавів, що зварювались:

- а – аустенітної γ -матриці (НФ з дискретною структурою системи Ni/Cr);
- б – дисперсної зміцнюючої γ' -фази (НФ з градієнтою структурою Al/Ni і дискретною структурою Ni-Al/Ni-Ni);
- в – евтектичної первинної γ' _{евт}-фази сплаву ВЖЛ12У (НФ Ti-Al/Ni-Ti).

Завдання досліджень – встановити залежність структурних і фазових змін сплавів у ЗТМВ від термодеформаційного циклу КСЗ опором, розробити технологічні заходи для запобігання утворенню тріщин, забезпечення бездефектності з’єднань.

Методика досліджень передбачала проведення КСЗ зразків ЖНС з реєстрацією термічних циклів при нагріванні та охолодженні, проведення металографічних досліджень, вимірювання мікротвердості металу у зоні з’єднання. Дослідження проводили на модельних зразках ЖНС, які використовуються у конструкції моноколіс авіаційних ГТД (зразки АТ «Мотор Січ», м. Запоріжжя). Мікроструктуру з’єднань досліджували на оптичному мікроскопі "Neophot- 32", растровому електронному мікроскопі JSM- 35CA,

ОЖЕ-мікрозонді JAMP-9500F, "Jeol", EDS-аналіз виконували на установці "INCA-450", "Oxford Instruments", вимірювання мікротвердості – M400, "LECO".

Досліджували процес деформації сплавів ВЖЛ12У і ХН73МБТЮ при КСЗ опором. Встановлено, що процес деформації відбувається переважно з боку сплаву ВЖЛ12У, що обумовлено нижчим значенням температури плавлення ($T_{\text{солідус}}$) цього сплаву у порівнянні із сплавом ХН73МБТЮ.

Дослідженнями макро- і мікроструктури різнопідвидів з'єднань ВЖЛ12У + ХН73МБТЮ, одержаних при безпосередньому КСЗ опором з постійним зусиллям осадки, встановлено наявність спільногого литого ядра, дефектів типу «непровар» і тріщин у периферійних ділянках перерізу заготовок. Результати реєстрації термічних циклів при зварюванні свідчать про нерівномірність тепловиділення по довжині і перерізу заготовок.

У структурі з'єднань, одержаних при безпосередньому КСЗ опором з двоступеневим прикладенням зусиллям осадки, не виявляється лите ядро, але спостерігається структурна та хімічна неоднорідність у вигляді прошарків зі змінним хімічним складом.

Встановлено, що використання при КСЗ проміжного прошарку у вигляді НФ різних систем сприяє більш концентрованому і рівномірному виділенню тепла, забезпечує локалізацію пластичної деформації в зоні контакту сплавів ВЖЛ12У і ХН73МБТЮ. Активація поверхонь, що зварюються, по всьому перерізу заготовок забезпечується при суттєво менших значеннях енерговкладення і часу стадії нагрівання.

Найкращі результати спостерігались при використанні НФ системи Ni/Al з неоднорідною наношаруватою структурою градієнтного типу. Наявність проміжного прошарку НФ сприяє утворенню тонкого шару розплаву, активації поверхонь, інтенсифікації зсувної деформації в зоні контакту і формуванню твердофазних з'єднань без литого ядра. У мікроструктурі (рис. 1) переходної зони як центральної, так і периферійної частин перерізу заготовок, спостерігається різка зміна концентрації легуючих елементів – Co, Cr, Al, Ti, зокрема, у межах 1-2 спільніх для обох сплавів зерен, що свідчить про твердофазний характер формування з'єднань.

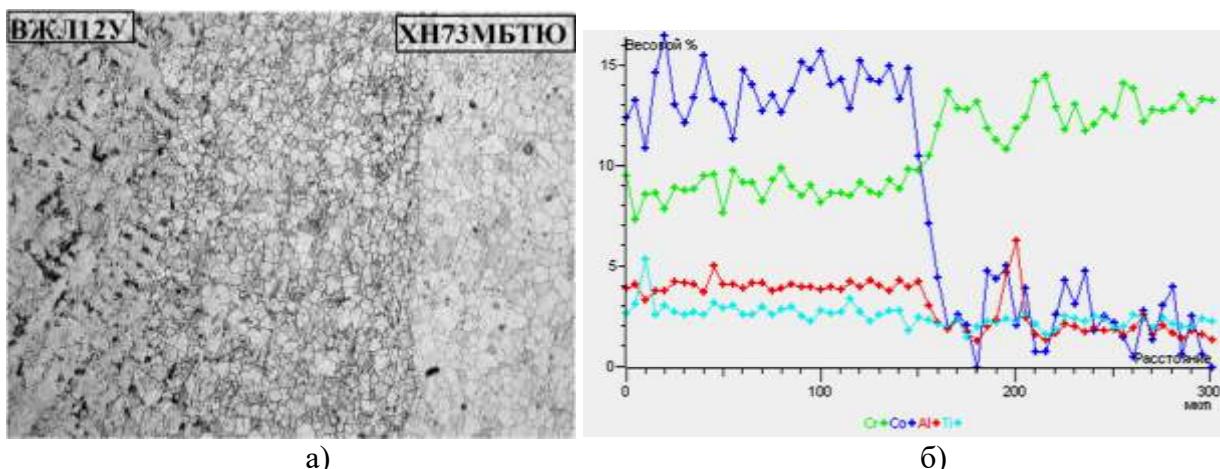


Рис. 1 – Мікроструктура (а) і зміна концентрації елементів (б) у зоні з'єднання

Прошарків із змінним хімічним складом, у тому числі ділянок, склад яких відповідає складу НФ, не виявлено. Структурна неоднорідність у вигляді ділянок литого металу з постійною концентрацією елементів не спостерігається. Морфологія карбідної фази у зоні з'єднання з боку обох сплавів свідчить про часткове розчинення і часткове руйнування карбідів ОМ в результаті термодеформаційного впливу процесу КСЗ опором. У зоні з'єднання сплавів ВЖЛ12У і ХН73МБТЮ, одержаних КСЗ з використанням НФ не спостерігається тріщин, утворення яких є характерним для зварювання плавленням цих сплавів.

УДК 620.193

Клюєва О.О., аспірантка
Русанов С.А, канд. техн. наук, доцент
Клюєв О.І., канд. техн. наук, доцент
Шатохіна І.А., старший викладач

Херсонський національний технічний університет, kluevaaleksandra64@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ДІЇ ІНГІБІТОРІВ КОРОЗІЇ У РОЗЧИНАХ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ ПРИ РІЗНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

Існує ряд традиційних методів випробування матеріалів на корозію в різних середовищах. Основні з них: об'ємний метод дослідження, дослідження на корозиметрі Р-5035, знаходження оборотного та незворотного електродного потенціалу металів, сталей та інше, гравіметричний метод оцінки й ефективності корозійної стійкості. Ми дослідили суть цих методів.

Об'ємний метод дослідження корозії проводиться в кислому середовищі. З неокислювальним аніоном корозія металів у кислотах відбувається найчастіше при деполяризації водню. Тривимірний спосіб вивчення швидкості корозії металів заснований на процесі, при якому при переході металу в продукти корозії виділяється аналогічна кількість водню. Об'ємний метод є більш точним, ніж метод зміни маси для визначення корозії [1, 3]. Катодна реакція, що проводиться з виділенням водню, називається корозією металів з деполяризацією водню [2].

Дослідження корозії на корозиметрі Р-5035 враховує процес електрохімічної корозії, що виникає внаслідок контакту неоднорідної поверхні металу з розчином електроліту. Він супроводжується протіканням електричного струму від анода до катода і навпаки. Це пояснюється початковою різницею між катодними та анодними компонентами [3].



Рис. 1 – Загальний вигляд вимірювача швидкості корозії Р-5035

Визначення оборотного та незворотного електродного потенціалу металів, сталей та сплавів проводиться при зануренні металу в електроліт, коли в результаті взаємодії його поверхні з розчином виникає різниця в електричних потенціалах, яка називається електродним потенціалом [3].

Гравіметричний метод оцінки корозійної стійкості та ефективності захисту конструкцій використовується для знаходження швидкості корозії для її контролю. Цей метод застосовується для збільшення маси зразка за рахунок утворення на його поверхні продуктів корозії. Визначення втрати ваги металу дає середні значення корозії [1, 3]. А також визначає втрату ваги після видалення продуктів корозії. Другий варіант є більш поширеним завдяки своїй універсальності.

В низці авторських робіт з випробування деталей системи покращення пуску двигунів автотранспорту основним було обрано другий метод. Під час досліджень

використовувалася охолоджуюча рідина: тосол і антифриз. Вони використовуються в системі охолодження ДВС. На вимірювачі швидкості корозії Р-5035 перевірялась взаємодія таких металів з охолоджувальною рідиною, як сталь, чавун і мідь [4].

Список посилань

1. Фокин М.Н. Жигалова К.А. Методы коррозионных испытаний металлов // Под.ред.акад.Я.М. Колотыркина.-М.: Металлургия, 1986. – 11 с
2. Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В. Коррозия и защита от корррозии. М.: Физматлит, 2002. – 88 с
3. Костенко І. А. Корозія та захист металів від корозії. / Костенко І. А., Челябієва В. М. – Чернігів: ЧНТУ, 2014. – С. 6– 23
4. Клюєва О.О. Експериментальне дослідження теплоакумулюючих матеріалів на стенді. / Клюєва О.О., Русанов С.А., Шатохіна І.А., Клюєв О.І.Львів: НУЛП, 2021. – С. 129–130.

УДК 669

Семак П.М., канд. техн. наук, м.н.с.

Великий П.П., головний технолог

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів,

semakpetro@gmail.com

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОГО І ВОДНЕВОГО ЧИННИКІВ НА ЗМІНУ СТРУКТУРИ НИЗЬКОЛЕГОВОНОЇ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ

Сьогодні відомо про різноманітні впливи водню на механічні властивості конструкційних сплавів залежно від типу матеріалу, а також умов наводнювання. Останнім часом для вивчення цього феномену використовують різні фізичні методи, ефективність яких зростає під час їх поєдання або взаємодоповнення [1]. Не дивлячись на це, все ще не вироблено достатньо чітких уявлень про весь спектр фізичні природи впливу водню на метал.

У праці вивчали вплив температури та газоподібного водню на зміну структури листової сталі Ст3. Для дослідження було підготовлено три групи зразків. Перша група виготовлена із вихідного матеріалу, який не оброблявся. Друга група – такі ж зразки, які у подальшому піддавалися неповному відпалу за температурі 550°C та часу витримки 3,6 кс. Третю групу зразків витримували у газоподібному водні під тиском 5 атм., за температурі 550°C протягом 14,4 кс.

На рис. 1 показано структуру зразків у вихідному стані та після відповідної їх обробки. У вихідному стані зерна фериту мають розміри від 10 до 40 мкм та невеликі за розмірами зерна перліту завбільшки 5...7 мкм. Після термічної обробки на поверхні листа текстура зникла, поліедричні зерна фериту зменшились до 30 мкм. У третій групі відбулося додаткове подрібнення зерен фериту на поверхні металевого листа від 7 до 20 мкм.

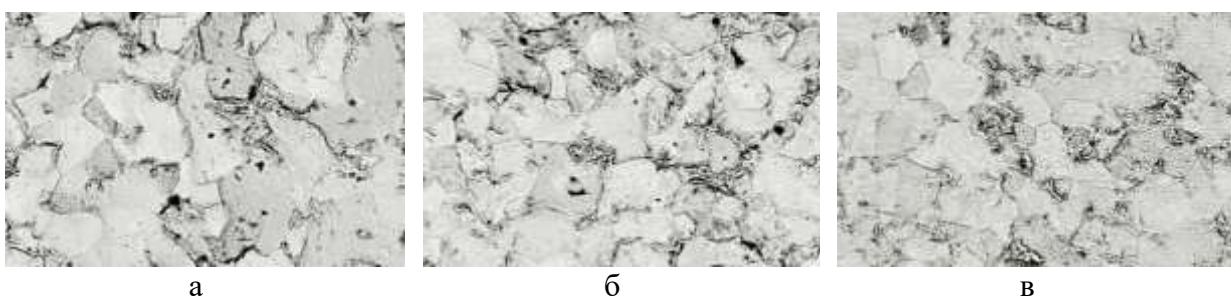


Рис. 1 – Результати металографічних досліджень зразків
а - стан поставки; б - відпал; в – наводнений (x1000).

Аналіз особливостей трьох видів структури листової сталі Ст3, які досліджували на скануючому електронному мікроскопі Carl Zeiss Evo 40 XVP, дав змогу розкрити природу пошкоджень, які спостерігали вздовж меж розділу між зернами фериту і перліту. Перш за все виявили зміну морфології часточок цементиту в межах перлітних зерен. Це дає підстави стверджувати, що ці міжфазні межі слугували енергетично вигідними пастками для водню, який, потрапляючи в них, сприяв декогезії між цими структурними складовими, а, отже, формуванню розпорошеної пошкодженості, у тому числі і всередині стінки листа.

Список посилань

1. Назарчук З.Т. Оцінювання водневої деградації феромагнетиків у магнетному полі / З.Т. Назарчук, О.Є. Андрейків, В.Р. Скальський – Київ: Наукова думка, 2013. – 270 с.

УДК 621.791

Тунік А.Ю., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник

Адеєва Л.І. канд. техн. наук, ст. наук. співробітник

Григоренко С.Г., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник

Степанюк С.М., канд. техн. наук, ст. наук. співробітник

Моссоковская І.А., канд. філ. наук, ст. наук. співробітник

Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, м. Київ, allatunik@gmail.com

Ковальчук Д.В., директор

ПрАТ «НВО «Червона Хвиля», м. Київ, info@xbeam3d.com

ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ЗЛИВКІВ, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ АДИТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ПОСЛІДОВНОМУ НАПЛАВЛЕННІ ДРОТОМ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ

Створення об'єктів за рахунок нанесення послідовних шарів отримало назву «адитивне виробництво». Моделі, виготовлені адитивним методом, можуть застосовуватися на будь-якому виробничому етапі - як для виготовлення дослідних зразків, так і в якості готових виробів [1]. Електронно-променеве плавлення є одним з методів адитивного виробництва металевих деталей (в тому числі і титанових) з використанням електронних пучків. Моделі, виготовлені електронно-променевою плавкою, відрізняються монолітністю з відповідною високою міцністю. Електронно-променеві методи представляються найбільш перспективними для розробки технології 3D - наплавлення деталей зі сплавів на основі титану [2, 3].

Метою роботи було вивчення особливостей формування структури виробів, одержаних методом адитивної технології на xBeam3D-принтері з використанням титанового дроту. В ролі концентрованого джерела енергії був використаний електронний промінь. В якості вихідного матеріалу для наплавлення використовували титановий дріт складу 6Al, 4V мас.%, товщиною 2 мм.

Досліджено металографічні особливості структури та розподіл мікротвердості по перерізу виробу з псевдо- α -Ti сплаву. Встановлено, що отриманий виріб складається з ~30-ти окремих наплавлених шарів. Кожен наступний шар має термічний вплив (відпуск) на попередній, проте зі збільшенням їхньої кількості цей вплив зменшується, що відображується на особливостях мікроструктури, таких як розмір та форма зерен, мікротвердість окремих зон.

Механічні випробування зразків показали хороший рівень основних механічних властивостей як уздовж, так і поперек обłożених шарів: межа міцності 945 і 920 МПа, межа плинності 861 і 836 МПа, відносні подовження 14% і 45% відповідно. Поверхня руйнування отриманих зразків носить переважно в'язкий дрібно-ямковий

характер. Однак, спостерігаються окремі ділянки розшарування або по межах великих первинних зерен, або по межах валиків.

Представлені результати демонструють перспективність даного методу і необхідність подальших досліджень

Список посилань

1. William E. Frazier, Metal Additive Manufacturing: A Review// Journal of Materials Engineering and Performance.- June 2014. – V.23(6). – P. 1917–1928
2. Д.В. Ковальчук, Новые возможности аддитивного производства с технологий xBeam 3D Metal Printing (Обзор) / Д.В. Ковальчук, В.И. Мельник, И.В. Мельник, Б.А. Тугай // Автоматическая сварка. – 2017. – № 12 (770). – С. 26-33.
3. Д.В. Ковальчук, Технология xBeam 3D Metal Printing на шляху до промислового виробництва / Д.В. Ковальчук, В.Г. Мельник, I.В. Мельник, Б.А. Тугай //Сучасна електрометалургія. – 2020. – №3. – С. 30-34

УДК 623.1

**Геращенко М. О.
Приходько С.М.**

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння і військової техніки, м. Чернігів, mavra08@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МАТЕРІАЛІВ ПАРАШУТНИХ СИСТЕМ

На даний час парашути та парашутні системи мають широкий спектр застосування як у військових цілях, так і в цивільній авіації, зокрема, для спасіння льотчиків в аварійних ситуаціях, для десантування різних вантажів, для гальмування літаків при посадці на злітно-посадкову смугу обмеженого розміру, у спортивних змаганнях тощо [1].

Парашутні системи відрізняються розмірами, призначенням та типами і, відповідно, матеріалами, з яких виготовлені елементи їх конструкції. Основними матеріалами, які використовуються для виготовлення елементів парашутів є тканини, стрічки, шнури, нитки, фурнітура, троси та ін., які відрізняються різними масовими характеристиками та характеристиками міцності. Для виготовлення елементів парашутів використовують синтетичні текстильні матеріали з визначеними властивостями: механічними, фізичними, технологічними, які залежать від низки показників (щільність, вид переплетення, лінійна густина та ін.) і мають наступні переваги: високу міцність, еластичність, здатність протидіяти впливам зовнішнього середовища тощо.

З урахуванням цього були поставлені завдання виявлення найбільш важливих показників, за якими оцінюється якість текстильних матеріалів парашутних систем, та розроблення методичного апарату проведення лабораторних випробувань відповідності цих показників нормативним документам.

Такі характеристики тканини, як міцність, видовження, впливають як на повітропроникність тканини, так і на характеристики парашута. Вочевидь, якщо тканина легко подовжується, то між нитками, відтягнутими одна від одної, утворюються зазори, і проникність збільшується. Удар відкривання, особливо під час розгортання, створює надлишкові сили, і якщо тканина купола не відповідає вимогам міцності на розрив, деяка частина купола парашута може бути порвана або деформована [2]. При виборі тканини необхідно враховувати не тільки міцність на розрив, але й видовження під час розриву. Переважною є тканина з великим видовженням, така тканина здатна витримувати більшу роботу розриву. Зазвичай уточні нитки мають більше видовження, тому концентричне розташування уточніх ниток тканини в куполі парашута є переважним [1].

Важливим показником якості тканини, яка використовується для виготовлення парашутів, є повітропроникність, на яку, в свою чергу, впливає відношення лінійних густин

основних і уточніх ниток. Повітропроникність впливає на коефіцієнт опору парашута і визначає умови розкриття парашута та величину аеродинамічного навантаження.

На відміну від тканини, шнури є одновимірними компонентами, вони зазвичай виконуються в плетеній структурній формі і характеризуються наступними властивостями: низький опір, висока міцність, оптимальне видовження, довговічність, низька вартість, стійкість до стирання, простота застосування тощо. Стрічки парашутних систем повинні мати наступні властивості: міцність, довговічність, стійкість до стирання, термостійкість, невелика вага тощо. Це забезпечується використанням відповідних тканин в залежності від функціонального призначення стрічки [2]. Значна увага приділяється вибору типу матеріалу нитки, яка використовується для шиття та сточування. Оскільки різні матеріали при використанні мають різні характеристики, тип нитки рекомендується вибирати в залежності від типу тканини куполу парашута.

В ході проведеного дослідження були вирішенні поставлені завдання:

- виявлені найбільш важливі для оцінки в лабораторних умовах показники якості матеріалів парашутних систем, а саме: поверхнева густина; товщина; повітропроникність; розривне навантаження; розривне видовження при розтягуванні; стійкість до впливу агресивних середовищ; термостійкість тощо;
- розроблено методичний апарат проведення лабораторних випробувань матеріалів парашутних систем на відповідність визначених показників якості нормативним документам. Даний методичний апарат використовується під час виконання досліджень з продовження строку дії призначених показників десантних парашутних систем, гальмівних парашутів тощо.

Список посилань

1. Лобанов, Н. А. Основы расчета и конструирования парашютов / Н. А. Лобанов. – М.: Издательство стандартов, 1965. – 365 с.
2. Citoglu, F. Parachute fabric and its manufacturing process / Fatma Citoglu, Bestsm Esi // International Journal of Science, Environment and Technology. – 2017. – № 5. – Vol. 6. – P. 3214-3224.

УДК 621.791.14

Антіпін Є.В.

Дідковський О.В.

Зяхор І.В., канд. техн. наук

Кавуніченко О.В., канд. техн. наук

Самотрясов С.М.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ, zyakhor2@ukr.net

ТЕХНОЛОГІЯ КОНТАКТНОГО СТИКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ОПЛАВЛЕННЯМ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК ВИСОКОЇ ТА НАДВИСОКОЇ ЗНОСОСТІЙКОСТІ

У різних галузях промисловості при масовому виготовленні зварних конструкцій застосовується контактне стикове зварювання оплавленням (КСЗО). Зокрема, розроблена в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона технологія КСЗО залізничних рейок протягом декількох десятиріччя успішно використовується в Україні, РФ, ЕС, США, Китаї та інших країнах світу при виготовленні довгомірних рейкових плітей і при їх нероз'ємному з'єднанні на місці укладки залізничних колій.

В останнє десятиліття в більшості країн світу спостерігається інтенсивна реконструкція залізничних доріг. Це обумовлено збільшенням вантажонапруженості залізничних шляхів та швидкостей руху залізничного транспорту. Протягом останніх років для спорудження нових і реконструкції старих залізничних колій використовуються рейки високої та

надвисокої зносостійкості. Значно зросли нормативні вимоги до показників механічних властивостей зварних стиків залізничних рейок. Також необхідно забезпечити відсутність у мікроструктурі з'єднань крихких структурних складових, певну ширину зони термічного впливу (ЗТВ) зварних стиків та ін. Виконання цих вимог в значній мірі визначило напрямки досліджень, що проводяться в Україні та провідних країнах світу та спрямовані на удосконалення технології КСЗО рейок.

Мета роботи – встановити закономірності формування зварних з'єднань рейок високої та надвисокої зносостійкості вітчизняного і закордонного виробництва, визначити вплив параметрів процесу КСЗО на показники механічних властивостей і ширину ЗТВ зварних стиків.

За допомогою розробленої математичної моделі процесу нагрівання проведено розрахунок температурних полів при КСЗО рейок Р65 із сталей К76Ф і RT350HT і визначено вплив основних параметрів процесу оплавлення на температурне поле і ширину ЗТВ зварних стиків. Встановлено, що найбільший вплив на температурне поле мають час та величина припуску на оплавлення, зварювальний струм і тривалість етапу підвищення інтенсивності процесу оплавлення перед осадкою.

В процесі дослідження формування структури зварних з'єднань були визначені оптимальні термічні цикли і діапазони зміни технологічних параметрів, при яких забезпечується формування бездефектних зварних з'єднань. На основі отриманих результатів розроблено алгоритми керування процесом зварювання та операційного контролю якості зварних з'єднань, удосконалено технологію КСЗО рейок Р65 із сталей вітчизняного (К76Ф) і закордонного (RT350HT) виробництва.

Визначено перспективу практичного застосування нових алгоритмів управління процесом КСЗО, визначено допустимі відхилення технологічних параметрів, при яких забезпечується відповідність механічних властивостей зварних стиків нормативним вимогам, і як результат створено технологічні основи для розробки нових технологій КСЗО, зокрема сучасних об'ємно- та поверхневозагартованих рейок високої та надвисокої зносостійкості.

УДК 621.791.14

Антіпін Є.В.

Дідковський О.В.

Руденко П.М., канд. техн. наук

Кавуніченко О.В., канд. техн. наук

Зяхор І.В., канд. техн. наук

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, м. Київ, zyakhor2@ukr.net

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ НATЯГУ ПРИ КОНТАКТНОМУ СТИКОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ОПЛАВЛЕННЯМ ДОВГОМІРНИХ РЕЙКОВИХ ПЛІТЕЙ ЗАЛІЗНИЧНИХ РЕЙОК З ОДНОЧАСНИМ ЇХ ВВЕДЕННЯМ У РОЗРАХУНКОВИЙ ТЕМПЕРАТУРНИЙ ІНТЕРВАЛ ЗАКРІПЛЕННЯ

Безстиковий рейковий шлях є найбільш прогресивною конструкцією залізничного шляхопроводу. Повна відсутність стиків створює безперервну поверхню катання для коліс рухомого складу. У сучасній конструкції безстикової колії з'єднання рейкових плітей проводиться за рахунок їх контактного стикового зварювання оплавленням.

Безстикова пліть це пліть з рейками такої довжини, що при зміні температури навколошнього середовища утворюються дві «дихаючі» кінцеві ділянки рейкової пліті і середня нерухома частина необмеженої довжини, в якій всі зміни температури реалізуються в напружених і поздовжніх силах через наявність опору рейко-шпальної решітки у

поздовжньому і поперечному переміщенні. «Дихаючий» кінець - довжина ділянки на кінці рейкової пліті безстикової колії, яка бере участь у зміні довжини внаслідок рейкових поздовжніх сил в залежності від температури. Розмір зміни довжини залежить від різниці температури рейок, від опору поздовжнього переміщення (при замерзлому баласті від опору подовжньому переміщенню рейок), від тертя в стикових накладках, від типу рейок і від конструкції рейкового стику.

Згідно спрощеної схеми сили опору поздовжньому зсуву рейки, що виникають за рахунок дії сил тертя при переміщенні рейок по підкладці шпал або всієї колійної решітки в баласті, рівномірно розподілені по всій довжині рейки і не залежать від величини температурної зміни довжини рейки. Процес зміни довжини рейки не зможе початися поки при зміні температури рейки поздовжня температурна сила не перевищить силу стикового опору.

Зварювання і закріплення безстикової пліті виконують при оптимальній температурі закріплення $T^o_{закр,o}$, при якій температурні поздовжні сили і подовження дихаючих кінців пліті дорівнюють нулю.

При виконанні ремонту при температурі рейок відмінних від $T^o_{закр,o}$ треба створити такі умови, що при відновленні оптимальної температури поздовжні сили дорівнюювали нулю.

Структура експертної системи. База даних. Вхідними даними для вибору метода та розрахунку технологічних параметрів виконання зварювальних робіт є температура зварювальних рейок Тор, оптимальна температура закріплення пліті Тозакр,o та інші [1]. Варіанти способу зварювання: методом вигину $\Delta L_{заб}$ ($\Delta L_{пром}<0$), без попереднього натягу перед зварюванням другого стику $\Delta L_{заб}(\Delta L_{пром.})=0$, з максимальним подовженням $\Delta L_{под} = \Delta L_{max} - L_{розкр.mін}$ з урахуванням параметрів зварювальної машини, методом натягу з заданим оператором довжиною розкріплення $L_{розкр}$, адаптивний метод з попередніми дослідженнями погонного опору та довжини дихаючої ділянки.

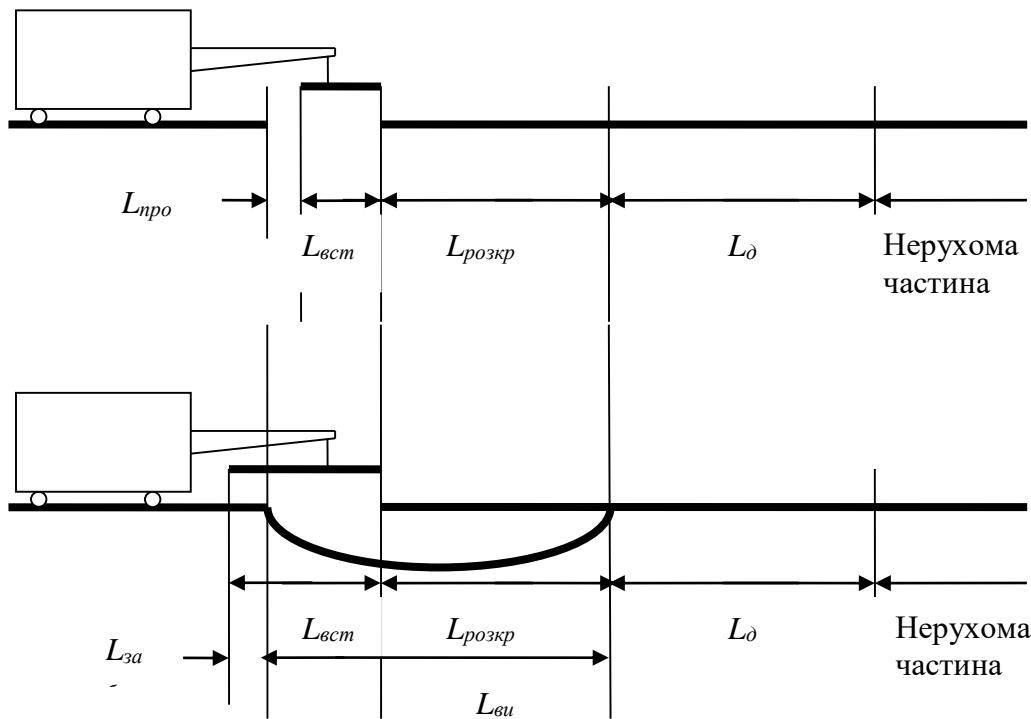


Рис. 1 – Схема зварювання : L_o – дихаюча ділянка, $L_{вст}$ – довжина рейкової вставки, що вварюється, $L_{пром}$ – довжина проміжку, $L_{розкр}$ – довжина розкріплення пліті перед зварюванням, $L_{виг}$ – довжина рейки, що вигинають при забігу $L_{заб}$

Вихідні дані: величина поздовжньої сили у безстиковій пліті при зміні температури рейок на Δt відносно температури укладання пліті N_{tp} , довжина розкріплення пліті $L_{розкр}$,

довжина «дихаючого» кінця пліті L_d , сумарне необхідне подовження $\Delta L_{\text{под}}$, забіг або проміжок (в залежності від знаку) між вставкою і кінцем пліті $\Delta L_{\text{заб}}$ ($\Delta L_{\text{пром.}}$) після зварення першого стику вставки.

База знань. Зварювальні роботи по підтримці безстикового шляху виконують для відновлення цілісності рейкової пліті при виявленні дефектів, зварювання рейкових плітей між собою при їх подовженні, зварювання рейкових плітей при їх подовженні з ліквідацією зрівнювальних прольотів. Основні умови виконання робіт наступні [1].

Алгоритм виводу - розрахунок варіантів зварювання з вигином, без підтягуванням пліті перед зварюванням другого стика і натяг виконується у процесі оплавлення і осадки другого стика, з максимальною можливою точністю створення температурно-напруженого стану, зварювання з змінним значенням довжини розкріпленої ділянки $L_{\text{розкр}}$ для $\Delta L_{\text{под}} = S_{\text{...}} \Delta L_{\text{max}}$, при ремонті безстикової колії, коли при вилученні дефектної ділянки розрізані кінці розходяться або навпаки «втикаються» і при зміщенні вибігають на відстань ΔL_k під впливом сил температурно-напруженого стану N_{tp} .

Всі варіанти видаються на дисплей і оператор вибирає варіант, який найбільше підходить умовам зварювання.

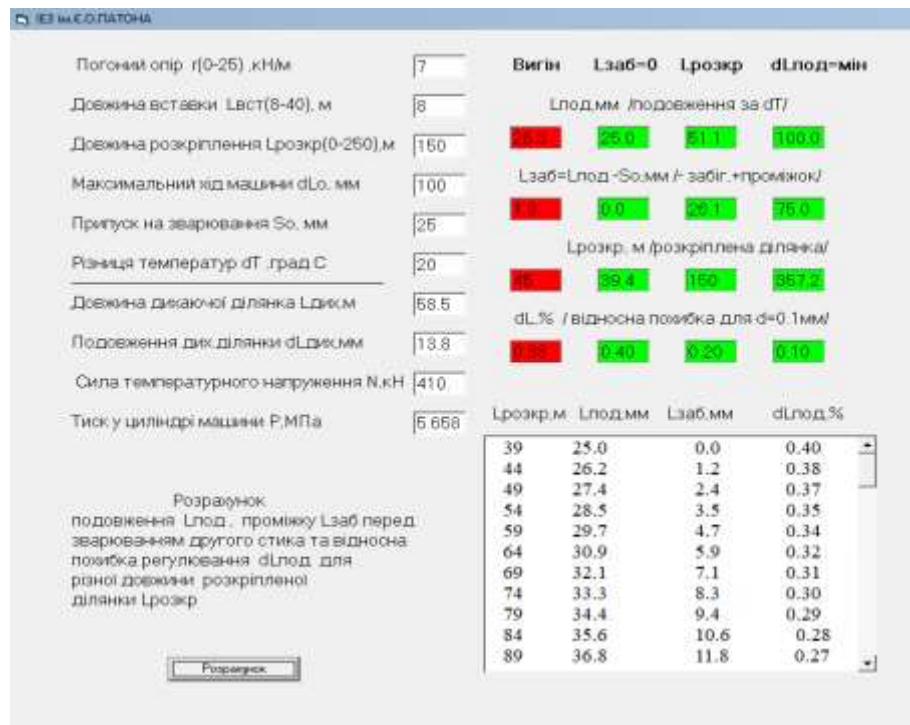


Рис. 2 – Зовнішній вигляд інтерфейсу експертної системи

Висновки. Експертна система дозволяє переглянути можливі варіанти та вибрati найбільш оптимальний спосіб зварювання безстикових колій у порівнянні з існуючими методичними інструкціями та значно спростити його за рахунок автоматизації розрахунків.

Список посилань

1. Технічні вказівки за технологією контактного зварювання рейок з натягом. Розроблено кафедрою «Колія та колійне господарство» Української державної академії залізничного транспорту разом з інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ та Головним управлінням колійного господарства Укрзалізниці. В.П. Шраменко, О.В. Дідковський, В.О. Яковлев, А.Г. Бабенко. Головне управління колійного господарства Державної адміністрації залізничного транспорту України. 2012р. с.43.

УДК 62-762.6

Начовний І.І., канд. техн. наук, доцент

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро

Начовний Ів.І., ст. викладач

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро

Павленко А.А., аспірант

Ситар В.І., канд. техн. наук, професор

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпро

Томіна А.-М.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське

dekan.udhtu@gmail.com

ДО РОЗРОБКИ ГІДРОДИНАМІЧНИХ УЩІЛЬНЕНЬ ІЗ ДРОСЕЛЮВАЛЬНОЮ ВТУЛКОЮ

Одним з ефективних методів підвищення надійності контактних ущільнень рухомих з'єднань, що працюють при високих тисках робочих рідин, є установлення з боку високого тиску дроселювальної втулки, яка виконує функцію додаткового гідродинамічного ущільнення, що зменшує навантаження на контактне ущільнення. Зазвичай необхідний зазор між дроселювальною втулкою та рухомим штоком регулюється шляхом вибору місця підведення рідини на зовнішню поверхню втулки [1]. Величина цього зазора дуже мала (повинна забезпечити рідинне тертя) та забезпечується розрахунковими або експериментальними методами.

Розглянута можливість виготовлення дроселювальної втулки з високоміцного полімеру – фенілону з наповненням графітом. Даний матеріал з вмістом 20 % графіту марки ГК-1 має високі показники, як за фізико-механічними властивостями (напруження руйнування при стисканні становить 190 МПа), так і за антифрикційними показниками (низький коефіцієнт тертя та висока зносостійкість), а тепlostійкість заходить до 290°C за Віка.

Хороші антифрикційні показники дозволяють звести зазор до мінімального значення та виключають можливість пошкодження штока при його битті в радіальному напрямку [2].

Обтискання дроселювальної втулки для установлення необхідного зазора здійснюється шляхом осьового стискання гумового циліндра, розташованого в замкненому об'ємі, утвореному зовнішньою поверхнею дроселювальної втулки та корпусу.

Було досліджено характер змінення внутрішнього діаметра дроселювальної втулки та її довжини залежно від величини переміщення натискної втулки та зусилля стискання гумового циліндра.

Установлено, що змінення внутрішнього діаметра втулки в цілому лінійно залежить від величини переміщення натискної втулки з нелінійністю на початковому етапі стискання, що пов'язано з вибором зазорів та порожнин.

Результати експерименту показали, що таким способом можна примусово установлювати зазор між дроселювальною втулкою та штоком, і приводити його до мінімального значення.

Список посилань

1. Макаров, Г.В. Уплотнительные устройства / Г.В. Макаров. – Л: Машиностроение, 1973. – 232 с.
2. Сытар, В.И. Конструкционные материалы на основе фенилона / В.И. Сытар, А.И. Буря // Придніпровський науковий вісник. – 1998. - № 78. – С. 5-31

СЕКЦІЯ 6
**СУЧАСНІ ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУДІВНИЦТВІ,
АРХІТЕКТУРІ ТА ДИЗАЙНІ. ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ**

UDC 339.137.2: 9.003

Savenko V. Dr. Tech. Sci., Dr. Civil. Eng. ABU, professor

Kyiv National University of Construction and Architecture, savenkoknuba@gmail.com

Blagodyrev V., director

Invest Mono KUB, Melitopol, Zaporozhye region

Okruzhkin A. director

LLCK Gradostroy, Obukhov, Kyiv region

Fesenko N. General Director

LLC company PCK Monolit, Melitopol, Zaporozhye region

Ezhov S. Dr. of Architecture, professor

Kyiv National University of Construction and Architecture

Nechayev A. Head of Civil Defense

Kyiv aircraft repair plant

**PROGRESSIVE INNOVATIVE TECHNOLOGY BASED ON A UNIVERSAL SYSTEM
OF PRECAST-MONOLITHIC BEZEL-LESS FRAME (KUB-2.5)**

It was mastered and introduced into the practice of construction in Ukraine by the LLC Production and Construction Plant "Monolit" in a full cycle: design, production, transportation and installation of building frames.

Objects using this technology were built in Obukhov, Kiev region, Sevastopol, Berdyansk and Melitopol, Zaporozhye region. Currently, design work is underway on other objects. The effectiveness of modern housing construction technology of a prefabricated monolithic universal frameless frame determines the original design and technical solutions of the supporting frame of the building.

KUB-2.5 is a spatial structure formed by columns, floor disks, which simultaneously play the role of crossbars and stiffening diaphragms, ensuring the stability of the building frame.

The advantages of using the system:

1. Universality (housing, civil, industrial construction);
2. Reliability and seismic resistance of the structure (bearing capacity m^2 of the floor disc from 1300 to 2500 kg/m^2 ; bearing capacity of the slab-column connection unit - 140 tons, seismic resistance of the system - 9 points);
3. Possibility of various solutions of facades;
4. Free layout of premises of internal spaces (there are no load-bearing walls);
5. The minimum number of elements of the frame (6 elements);
6. High speed of installation of the frame (for 12 hours of operation, the installation of structures in the amount of 150 m^2 of floor space under one assembly mechanism is carried out);
8. The possibility of manufacturing elements of the building frame before the start of its installation;
9. Economic construction: the consumption of concrete and metal depends on the number of storeys of the building, the pitch of the columns, the height of the floor, the specific indicators of the system per $1m^2$ of the floor disc are, for concrete, from 0.18 to 0.24 m^3/m^2 ; for reinforcement from -18 up to 25 kg/m^2 .

The consumption of reinforcement per $1m^3$ of the frame is from 94 to 100 kg / m^3 .

The amount of monolithic concrete at the construction site is from 5 to 6% on the volume of the building frame.

The main prefabricated products are:

- 1) columns with a section of 400 x 400 mm, up to 15 m long made of high-quality concrete B30 - : - B60, which allows the installation of the frame of 24-storey buildings;
- 2) floor slabs with a thickness of 160 mm in two basic standard sizes 2980 x 2980 mm and 2980 x 5980 mm made of B25 concrete;
- 3) stiffening diaphragms, consisting of columns with a thickness of 160 mm, width from 600 to 1000 mm and a length of up to 6.6 m and stiffening discs with a thickness of 160 mm, made of the required structural dimensions from concrete B30;
- 4) the system is also completed with flights of stairs, ventilation blocks, braces, beams.

The production of prefabricated structures is organized at the production and construction plant "Monolit" in Melitopol, Zaporozhye region. All manufactured structures of the prefabricated monolithic unified frame have quality certificates (UA1 / 032 / 0086467-06 No. 28 - : - 34). The system design has passed fire resistance tests (Protocols of EC "West" No. 1 / BK-07 lt 22.03 2007).

The design production capacity of the MONOLIT plant is 500,000 m² of floor disks per year. On the basis of the well-known and already successfully applied system KUB-2.5, an innovative technology for the construction of a Prefabricated-Monolithic Frame Universally Bezogelny emerged:

- 1) payload on floors from 900 kgf/m² to 2100 kgf/m²;
- 2) to carry out construction in areas with seismic activity of 9 points on the Richter scale;
- 3) construction of 24-storey buildings;
- 4) the technology of manufacturing structures fully complies with the fire safety requirements of DBN V.1 1-7-2002 (protective concrete layer 4.5 cm);
- 5) the prefabricated monolithic frame has 1 degree of fire resistance;
- 6) prefabricated reinforced concrete is a non-combustible material of the NG class;
- 7) industrial (factory) manufacturing of structures ensures the environmental and radiation safety of the raw materials used, by compulsory input laboratory control;
- 8) the significant load-bearing capacity of the frame overlap allows for the use of effective building noise-proof materials in non-load-bearing external and internal walls, as well as in floor structures;
- 9) this technology allows you to build buildings in any climatic region;
- 10) the load-bearing capacity of the frame overlap allows the use of modern effective heat-insulating materials in the outer walls of buildings, ensuring the efficiency of consumption of consumed energy resources, including due to the possibility of using solar energy or the use of autonomous energy supply systems;
- 11) provides savings in the use of basic natural resources (crushed stone, sand) in the construction of the frame, bases and foundations, because the weight of the prefabricated monolithic frame is 1.5 times lighter than the similar one made using the technology of monolithic housing construction;
- 12) the specific maximum consumption of prefabricated reinforced concrete in the system is 0.21 m³/m², (in the technology of monolithic construction, not less than 0.35 m³/m² of the total floor area), and the specific consumption of reinforcement 94 - : - 100 kg/m³;
- 13) this technology makes it possible to use local wall building materials for the construction of external and internal walls (in the area of object construction);
- 14) this method of construction is used in industrial, civil or residential construction;
- 15) a number of architectural advantages ("smooth" ceiling, "flexible" facade, variable floor height and others) complement the efficiency of the system, the possibility of using an external insulated facade, incl. ventilated, solar panels, etc .;
- 16) high speed of installation (200 m² of floor slabs per day under one assembly mechanism - a team of 7 people) halves the time and construction costs at the facility;
- 17) the use of the system allows the design and manufacture of individual structures in parallel until the receipt of permits for construction, 9 out of 10 real estate objects can be designed and built in the SMKUB system.

The full life cycle of construction objects is time: from the idea, collection of initial data, design, passing the project examination, construction, commissioning, operation, modernization of production and to the liquidation (disposal) of the real estate object.

Conclusions.

1. High technical and economic indicators of the technological system of the SMCUB and its modifications give it advantages over the well-known, mastered series of industrial housing construction and should rightfully enjoy the support of professionals, builders and government agencies, especially in cases of budgetary financing of construction.

2. To provide people in need of housing with high-quality and affordable housing, the state must fulfill the functions assigned to it to suppress corruption and unfair competition in order to open the way for progressive, innovative technologies in housing construction, and in the entire economy of the country.

List of references

1. Savenko V.I. Dotsenko S.I. Vasilkov V.G. (2018) Quality Management in Budget and Viral Organizational Systems [Text] monograph by V.I. Savenko ed. Livinskogo O.M. that in. – Kyiv Center for Educational Literature. – 230p.
2. V.I. Savenko S.I., Dotsenko P.M., Kulikov I.S., Nesterenko, etc (2018). Research and mathematical modeling of organizational structures and production processes of construction companies of the combine type UAS, – Kyiv Center for Educational Literature. – 124p.
- 3.V.I. Savenko S. S. Savenko S. I. Docenko and , etc(2017) Competitiveness of the educational organization is the basis for the vision of the economy of the Ukrainian Academy of Sciences. – Kiev, Center for Educational Literature. – 128p.
4. Dotsenko, S. I. (2015) Development of the principle of binarnyh vidnosin in the theory of management of economic processes [Text]: monograph / S. I. Dotsenko; ed ed. V. O. Timofeev, I. V. Chumachenko. - Kh .: KhNURE. – 245 p.

УДК 339.137.2: 69.003

Савенко В. І. докт. техн. наук, докт. будівництва АБУ, професор
Київський національний університет будівництва та архітектури savenkoknuba@gmail.com

Благодирьов В. О., директор

ВБК Інвест Моно КУБ, м. Мелітополь, Запорізька обл.

Окружкін А. А., директор

ТОВ компанія БК"Містобуд", м. Обухів, Київська обл.

Фесенко М. В., генеральний директор

ТОВ компанія ВБК Моноліт, м.Мелітополь, Запорізька обл.

Єжов С. В., докт. архітектури, професор

Київський національний університет будівництва та архітектури

Нечаєв А. М., начальник цивільного захисту

Київський авіаремонтний завод, м. Київ

ПРОГРЕСИВНА ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ НА БАЗІ СИСТЕМИ ЗБІРНО-МОНОЛІТНИЙ КАРКАС УНІВЕРСАЛЬНИЙ БЕЗРИГЕЛЬНИЙ (КУБ-2,5)

Проект освоєний та впроваджений в практику будівництва в Україні ТОВ Виробничо-будівельний завод «Моноліт» у повному циклі: проектування, виготовлення, транспортування та монтаж будівельних каркасів.

Об'єкти з використанням цієї технології були побудовані в Обухові Київської області, Севастополі, Бердянську та Мелітополі Запорізької області. В даний час ведуться проектні роботи на інших об'єктах. Ефективність сучасної технології житлового будівництва збірного монолітного універсального безригельного каркасу визначає оригінальні дизайнерські та технічні рішення несучого каркасу будівлі.

КУБ-2.5 - це просторова конструкція, утворена колонами, дисками перекриття, які одночасно відіграють роль ригелів та жорстких діафрагм, забезпечуючи стійкість каркасу будівлі.

Переваги використання системи:

1. Універсальність (житлове, цивільне, промислове будівництво);
 2. Надійність та сейсмостійкість конструкції (несуча здатність m^2 диска підлоги від 1300 до 2500 кг/ m^2 ; несуча здатність блоку з'єднання плита-колона - 140 тон, сейсмостійкість системи - 9 балів);
 3. Можливість різноманітних рішень фасадів;
 4. Вільне планування внутрішніх приміщень (відсутні несучі стіни);
 5. Мінімальна кількість елементів рами (6 елементів);
 6. Висока швидкість монтажу каркаса (за 12 годин експлуатації проводиться монтаж конструкцій в обсязі 150 m^2 площи підлоги під одним складальним механізмом);
 7. Можливість виготовлення елементів будівельного каркасу до початку його монтажу;
 8. Економічне будівництво: витрата бетону та металу залежить від поверховості будівлі, кроку колон, висоти підлоги, конкретних показників системи на 1 m^2 підлогового диска, для бетону, від 0,18 до 0,24 m^3 / m^2 ; для армування від -18 до 25 кг / m^2 .
- Витрата арматури на 1 m^3 каркасу становить від 94 до 100 кг / m^3 .

Кількість монолітного бетону на будівельному майданчику становить від 5 до 6% за обсягом каркаса будівлі.

Основними збірними виробами є:

- 1) колони перетином 400 x 400 мм, довжиною до 15 м з високоякісного бетону B30 -:- B60, що дозволяє встановлювати каркас 24-поверхових будинків;
- 2) плити перекриття товщиною 160 мм у двох основних типорозмірах 2980 x 2980 мм та 2980 x 5980 мм з бетону B25;
- 3) мембрани жорсткості, що складаються з колон товщиною 160 мм, шириною від 600 до 1000 мм і довжиною до 6,6 м та жорстких дисків товщиною 160 мм, виготовлених із необхідних конструктивних розмірів з бетону B30;
- 4) система також комплектується сходовими маршами, вентиляційними блоками, балками.

Виробництво збірних конструкцій організоване на виробничо-будівельному комбінаті "Моноліт" у Мелітополі Запорізької області. Всі виготовлені конструкції збірно-монолітного універсального безригельного каркасу мають сертифікати якості (UA1 / 032 / 0086467-06 № 28 -:- 34). Конструкція системи пройшла випробування на вогнестійкість (Протоколи ЄС "Вест" №1 / БК-07 від 22.03.2007).

Проектна виробнича потужність заводу МОНОЛІТ становить 500 000 m^2 перекриттєвих підлогових дисків на рік. На базі добре відомої і вже успішно застосовуваної системи КУБ-2.5 з'явилася інноваційна технологія будівництва Збірно-Монолітного Каркасу Універсального Безогельного:

- 1) корисне навантаження на поверхні від 900 кгс / m^2 до 2100 кгс / m^2 ;
- 2) проводити будівництво в районах із сейсмічною активністю 9 балів за шкалою Ріхтера;
- 3) будівництво 24-поверхових будинків;
- 4) технологія виготовлення конструкцій повністю відповідає вимогам пожежної безпеки ДБН В.1 1-7-2002 (захисний шар бетону 4,5 см);
- 5) збірно-монолітний каркас має 1 ступінь вогнестійкості;
- 6) збірний залізобетон - це негорючий матеріал класу НГ;
- 7) промислове (заводське) виготовлення конструкцій забезпечує екологічну та радіаційну безпеку використовуваної сировини шляхом обов'язкового введення лабораторного контролю;
- 8) значна несуча здатність каркасного перекриття дозволяє використовувати ефективні будівельні шумоізоляючі матеріали в ненесучих зовнішніх і внутрішніх стінах, а також у конструкціях підлоги;

9) ця технологія дозволяє будувати будівлі в будь-якому кліматичному регіоні;

10) несуча здатність каркасного перекриття дозволяє використовувати сучасні ефективні теплоізоляційні матеріали у зовнішніх стінах будівель, забезпечуючи ефективність споживання споживаних енергетичних ресурсів, в тому числі завдяки можливості використання сонячної енергії або використання автономних систем енергопостачання;

11) забезпечує економію при використанні основних природних ресурсів (щебінь, пісок) при будівництві каркаса, фундаментів та фундаментів, оскільки вага збірного монолітного каркаса в 1,5 рази легший за аналогічний, виготовлений за технологією монолітного будівництва житла;

12) питома максимальна витрата збірного залізобетону в системі становить $0,21 \text{ м}^3 / \text{м}^2$, (в технології монолітного будівництва не менше $0,35 \text{ м}^3 / \text{м}^2$ загальної площині підлоги), а питома витрата арматури $94 \text{ - : - } 100 \text{ кг} / \text{м}^3$;

13) ця технологія дозволяє використовувати місцеві стінові будівельні матеріали для будівництва зовнішніх і внутрішніх стін (в зоні будівництва об'єкта);

14) цей спосіб будівництва застосовується в промисловому, цивільному або житловому будівництві;

15) ряд архітектурних переваг («гладка» стеля, «гнучкий» фасад, змінна висота підлоги та інші) доповнюють ефективність системи, можливість використання зовнішнього утепленого фасаду, в т.ч. вентильовані зовнішні фасадні системи, сонячні батареї тощо;

16) висока швидкість монтажу (200 м^2 плит перекриття на день під одним монтажним механізмом - бригада з 7 чоловік) вдвічі зменшує час та витрати на будівництво на об'єкта;

17) використання системи дозволяє проектувати та виготовляти окремі елементи споруди паралельно до отримання повного комплекту документів на будівництво, 9 із 10 об'єктів нерухомості можуть проектуватися та будуватися в системі СМКУБ.

Повний життєвий цикл об'єктів будівництва - це час: від ідеї, збору вихідних даних, проектування, проходження експертизи проекту, будівництва, введення в експлуатацію, експлуатації, модернізації виробництва і до ліквідації (вибууття) об'єкта нерухомості з експлуатації.

Висновки.

1. Високі техніко-економічні показники технологічної системи СМКУБ та її модифікацій дають її переваги перед відомими, освоєними серіями індустріального житлового будівництва і повинні по праву користуватися підтримкою професіоналів, будівельників та державних установ, особливо у випадках бюджетного фінансування будівництва.

2. Щоб забезпечити людей, які потребують житла, якісним та доступним житлом, держава повинна виконувати покладені на неї функції з приборкання корупції та недобросовісної конкуренції, щоб відкрити шлях прогресивним, інноваційним технологіям у житловому будівництві та всієї економіки країни.

Список посилань

1. Менеджмент якості в будівництві та виробничі організаційні системи [Текст] монографія / [Савенко В.І. Доценко С.І. Васильков В.Г. та ін. під ред. Лівінського О.М. та ін.] – Київ, Центр учебової літератури, 2018 – 230с.

2. Дослідження і математичне моделювання організаційних структур та виробничих процесів будівельних організацій комбінатного типу УАН / [В.І.Савенко, С.І. Доценко П.М., Куліков І.С., Нестеренко та ін.] – Київ, Центр учебової літератури, 2018 – 124с.

3. Конкурентоспроможність будівельної організації – основа виживання економіки УАН / [В.І.Савенко, С.С.Савенко, С.І.Доценко та ін.] – Київ, Центр учебової літератури, 2017 – 128с.

4. Доценко С. І. Розвиток принципу бінарних відносин в теорії управління економічними процесами [Текст]: монографія / С. І. Доценко; під ред. В. О. Тімофеєва, І. В. Чумаченко. – Х.: ХНУРЭ, 2015. – 245 с.

УДК 691.3

Кочевих М.О., канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури, marikvx@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ БЕТОНІВ ДЛЯ ДОРОЖНІХ СТРИМУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Стримувальні транспортні огороження при будівництві автомобільних доріг відіграють важливу роль для забезпечення безпечності руху і зниження рівня аварійних ситуацій. Складовою частиною таких систем є стаціонарні бетонні огороження парапетного типу з перерізом у вигляді трапеції (дельта-профіль). Переягами бетонних бар'єрних огорожень є достатня міцність, ударостійкість, надійність, простота використання і обслуговування, швидкість встановлення, а також довговічність (термін служби до 50 років) в порівнянні з іншими видами подібних споруд. Основними вимогами до таких виробів є здатність протистояти удару або стримувальна здатність 400...600 кДж, що забезпечується використанням бетону, який характеризується міцністю на розтяг при згині не нижче $B_{tb}4,0$, класом за міцністю при стиску не менше В30, морозостійкістю F200. Крім того, бетон повинен мати достатню щільність, що може додатково контролюватись його водонепроникністю.

Одним із відомих способів підвищення міцності на розтяг та тріщиностійкості бетонів є застосування прийому дисперсного армування з використанням поліпропіленової фібри [1]. Дослідженнями [2] показано можливість підвищення тріщиностійкості бетону за рахунок застосування крупного заповнювача у складі бетону з певним коефіцієнтом форми та дотримування співвідношення між крупним і дрібним заповнювачем, що в свою чергу забезпечує отримання бетону підвищеної щільності.

Метою досліджень є отримання спеціальних бетонів підвищеної міцності при згині та тріщиностійкості для забезпечення необхідної стримувальної здатності та тривалості експлуатації виробів на їх основі. Вихідні матеріали для отримання пластичних бетонних сумішей (Р4) та бетонів на їх основі представлени портландцементом ПЦ I-500Р-Н, піском кварцовим з модулем крупності $M_{kr}=1,4$, щебенем гранітним с максимальним розміром зерен 20 мм. Для оптимізації витрати води із забезпеченням необхідної рухомості бетонної суміші застосовували добавку-суперпластифікатор полікарбоксилатного типу "STACHEPLAST 131". Встановлено, що додавання до складу бетону монофіламентної поліпропіленової фібри довжиною 18 мм, що не перевищує максимальні розміри крупного заповнювача, в оптимальній кількості ($0,9 \text{ кг}/\text{м}^3$) сприяє підвищенню міцності на розтяг при згині бетону приблизно на 28...30%, при стиску – на 22%. Коефіцієнт тріщиностійкості для таких бетонів порівняно з бездобавочним зростає на 25...29%. Спостерігається позитивна тенденція зростання міцності бетону при згині протягом 28 діб твердіння в 1,5 рази порівняно з бездобавочним. Для підвищення щільності бетону визначено оптимальне співвідношення між дрібним і крупним заповнювачем, що змінюється від 2,12, до 2,26 за умови введення суперпластифікатора в композицію, а також при забезпеченії вмісту в складі крупного заповнювача певної кількості зерен поліпшеної і кубоподібної форми. Саме такі умови забезпечили можливість отримання бетону підвищеної щільності з класом за водонепроникністю W8 при одночасному підвищенні коефіцієнту тріщиностійкості та міцності при згині.

Список посилань

1. Пуханенко Ю.В. Принцип формирования структуры и прогнозирование прочности фибробетонов /Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2004, №10. С. 47-50
2. Захаров Д.С. Анализ факторов, влияющих на прочность при изгибе бетонов транспортного назначения /Д. С. Захаров // Вестник Харківського національного автомобільно-дорожнього університета. - 2017.- Вип.79. – С 151-157

УДК 691.237:620.193

Болотов М.Г., канд. техн. наук, доцент

Болотов Г.П., докт. техн. наук, професор

Національний університет «Чернігівська політехніка » bolotovmg@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МІГРЮЧИХ ІНГІБІТОРІВ КОРОЗІЇ (МІК) ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОНУ

На сьогоднішній день бетонні та залізобетонні конструкції є незамінною складовою будь-якого будівництва, що обумовлено, перш за все, його високими експлуатаційними якостями, надійністю, швидкістю зведення, тощо. Однак багаторічний досвід використання бетонних систем поряд із перевагами визначив і ряд недоліків, пов'язаних, перш за все, із стрімким погрішенням технічного та експлуатаційного станів залізобетонних конструкцій (ЗБК) внаслідок значних корозійних впливів зі сторони атмосфери та ґрунту (ґрунтовая корозія) в результаті просочення бетону ґрунтовими водами [1]. При цьому відбувається ціла низька деструкційних процесів, головним чином пов'язаних із вилуговуванням та карбонізацією компонентів бетону із утворенням в його структурі комплексу легкорозчинних солей, що значно знижують тривалість безвідмовної експлуатації залізобетонних конструкцій. Таким чином, питання корозійної стійкості бетону та залізобетону є актуальними по всьому світу.

В роботах [2, 3] наведено досвід застосування мігруючих інгібіторів корозії (МІК) задля захисту арматури від шкідливих атмосферних впливів. Механізм дії таких речовин суттєво відрізняється від запропонованих раніше. Проникаючи крізь структурні мікронещільності бетону вони просочують поверхню арматури утворюючи на ній захисний мономолекулярний шар тим самим уповільнюючи дію корозії за умови попередньої появи корозійних осередків або перешкоджаючи їх появлі у майбутньому.

У зв'язку з цим, ефективність дії таких речовин розглядається з точки зору ступеню захисту арматури від корозії (Z , %), що визначається як [4]:

$$Z = \left[\frac{(K_1 - K_2)}{K_1} \right] \cdot 100 = \left[\frac{(i_1 - i_2)}{i_1} \right] \cdot 100, \quad (1)$$

де K_1 , K_2 – швидкість корозії (розчинення) металу в середовищі без інгібітору і з ним [$\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$];

i_1 , i_2 – щільність корозійного струму в середовищі без інгібіторів та з інгібіторами, відповідно [$\text{A}/\text{см}^2$];

та коефіцієнту гальмування корозійних впливів (γ):

$$\gamma = \frac{K_1}{K_2} = \frac{i_1}{i_2}, \quad (2)$$

Даний коефіцієнт вказує на ступінь гальмування корозії під дією інгібітору.

В роботі [5] наведено результати експериментального застосування інгібітору корозії на основі амінів та солей бензойних кислот з метою визначення його впливів на швидкість корозійних процесів в арматурі та закладних елементів залізобетону. Відрізки арматурного дроту виконаних зі сталі Ст3сп діаметром 5 мм довжиною 100 мм зачищалися до металевого блиску та знежирювалися етиловим спиртом. Зразки розміщувалися в металевій опалубці таким чином, щоб оголені кінці арматури на 10 мм виступали за межі опалубки. Потім опалубку заповнювали бетонною сумішшю з цементно–піщано–водяним відношенням 1:2:0,4. Зразки витримувалися протягом 10 діб потім здійснювали розпалублення конструкції та поміщення її в корозійне середовище.



Рис. 1 – Дослідження антикорозійних властивостей інгібіторної суміші: а) без просочення; б) з просоченням МІК [5].

На рис. 1 наведено результати сколів залізобетонних зразків без просочення інгібіторами та з просоченням. В якості збудника корозії виступав розчин хлоридів соляної кислоти.

Як видно з малюнку, на зразку без просочення спостерігається суттєвий шар продуктів корозії, в той час як поверхня просоченого зразка зберігається в первинному стані.

Таким чином, застосування інгібіторних сумішей є найбільш дієвим, на сьогоднішній день, способом захисту металевої арматури від шкідливих впливів агресивних середовищ, що дозволяє значно подовжити строки її експлуатації.

Список посилань

1. Болотов М.Г. Аналітичний огляд основних причин та наслідки аварій будівель та споруд, що сталися на території України за останні п'ять років. / Вісник ЧНТУ. – 2013. – №4. – С. 197-204.
2. Штарк И. Долговечность бетона / И. Штарк, В. Бернд: Перевод с нем. А. Тулганова; ред. П. В. Кривенко. – Кийв : Оранта, 2004. – 295 с.
3. Колесник Д. Ю. Розробка і дослідження мігруючого інгібітора корозії металоарматури для залізобетону. / Д. Ю. Колесник, П. М. Коваль. // Нові технології в будівництві. – 2010. – №1(19). С.67-70.
4. Алексеев С. Н. Ингибиторы коррозии стали в железобетонных конструкциях/ С. Н. Алексеев, В. Б. Ратинов, Н.К. Розенталь, Н. М. Каширников. – М: Стройиздат, 1985. – 272 с.
5. Физико-химические принципы создания мигрирующих ингибиторов коррозии стальной арматуры в бетоне. / Н.Н. Андреев, И.А. Гедвилло, А.С. Жмакина, Д.С. Булгаков, Е.В. Старовойтова. // Вестник ТГУ, т.18, вып.5. – 2013. – с. 2269 – 2274.

УДК 666.97

Гоц В.І., докт. техн. наук, професор
Пальчик П.П., канд. техн. наук, доцент
Шпеко А.С., студент

Київський національний університет будівництва і архітектури, pppalchik@ukr.net

ЛЕГКІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ АЛУНІТОВМІЩУЮЧИХ ПОРІД ПОРИСТОЇ СТРУКТУРИ

Розвиток сучасної техніки, будівельного виробництва, підвищення вимог до конструктивних і теплофізичних характеристик споруд викликає необхідність створення матеріалів, що характеризуються низькою середньою густиною, здатні витримувати вплив високих температур та вплив агресивного середовища. Такі матеріали за своїми

властивостям повинні значно перевищувати існуючи аналоги. В зв'язку з цим виникла необхідність творення виробів, які мають невелику середню густину, високі міцності характеристики, які здатні витримувати температурні навантаження, вплив агресивного середовища.

Одним з матеріалів, які задовольняють зазначені вище вимоги є конструктивні теплозвукоізоляційні матеріали на основі алюнітовміщуючих кремнеземистих порід. Okрім високих технічних показників слід врахувати більш низьку їх вартість, в порівнянні з іншими видами конструктивних теплозвукоізоляційних матеріалів, екологічність як самих матеріалів, так і процесу їх виробництва.

Метою досліджень було отримання конструктивних дрібнопористих теплозвукоізоляційних матеріалів на основі алюнітовозованих гірських порід з підвищеним вмістом кремнезему та регульованим мінералогічним і хімічним складом вихідних матеріалів.

Присутність в алюнітовозованих породах домішок суттєво змінює характер фізико – хімічних процесів, які протікають в досліджуваних матеріалах, одночасно надає їм нових властивостей. Ці процеси відкривають можливість отримання будівельних матеріалів з новими властивостями. Продукт високотемпературного випалювання алюніту являє собою дрібнопористий дрібнозернистий матеріал з розмірами пор, які не перевищують 5...8 мкм і середньою густиноро 1,5...1,7 т/м³. Використання такого матеріалу для будівництва не є ефективним і може бути використано тільки в дуже обмежених випадках. Тому розробка процесу отримання конструктивних теплозвукоізоляційних матеріалів з підвищеними теплотехнічними і фізико – механічними характеристиками є пріоритетним напрямком в постановці досліджень.

Спучений алюніт являє собою легкий пористий матеріал з рівномірно розподіленою пористою структурою. Середній розмір пор становить 0,1...0,6 мм. Пори в спученому алюніту мають замкнений характер з склоподібною внутрішньою поверхнею. Загальна пористість матеріалу спученого перліту знаходитьться в межах 65...75%. Характерною особливістю спученого алюніту, в порівнянні з іншими керамічними пористими заповнювачами (керамзит, аглопорит та інш.) є відносно високі показники межі міцності на стикання при низькій середній густині. Порівняльна характеристика фізико – механічних властивостей спученого алюніту та інших заповнювачів наведено в табл.1.

Таблиця 1. – Порівняльна характеристика фізико – механічних властивостей спученого алюніту та керамзиту

№ п/п	Температура спучення, °C	Середня густина, т/м ³	Водопоглинення, %	Межа міцності при стисканні, МПа
Алюнітовмісна порода				
1	1300	860	16,1	7,2
2	1350	640	14,8	8,3
3	1380	580	15,6	7,0
4	1400	460	15,5	7,5
5	1450	510	15,9	6,2
Керамзит				
6	1250	870	26,7	4,8
7	1300	790	27,8	3,6
8	1350	795	28,1	3,4

Як видно з наведених вище уявлень про процеси пороутворення алюнітовмісних кремнеземистих порід можливо зробити висновок , що основним фактором, який визначає утворення ніздрюватої структури матеріалу, є утворення алюмосилікатного розплаву здатного утримувати газоподібні продукти термічного розкладення алюніту. Таким чином

регулювання процесу спучування може бути здійснено шляхом впливу саме на цей процес. Це може бути здійснено шляхом впливу на температуру отримання розплаву, регулювання його в'язкості, а також на кінетику виділення газоподібних продуктів. Одним з шляхів отримання заданих результатів є дослідження впливу на процес структуроутворення складових частин алюнітовмісних порід і насамперед – вмісту і форми існування кремнезему.

Висновки. Згідно отриманих результатів визначення фізико – механічних характеристик спучених перлітових порід і порівняння їх з аналогічними характеристиками інших пористих заповнювачів (керамзитовий гравій) можливо зробити висновки про ідентичність їх властивостей. Це дає підставу для визначення області використання отриманих матеріалів в якості, як легких пористих заповнювачів у виробництві легких бетонів. При використанні алюнітовмісних кремнеземистих порід по технології, яка передбачає виготовлення спученого матеріалу у вигляді великорозмірних виробів (будівельні блоки, перемички та інш.) доцільно використовувати отримані вироби в конструкціях огороження в житловому і цивільному будівництві. Додатковою перевагою конструкцій виготовлених з матеріалів на основі спучених алюнітовмісних кремнеземистих порід є їх екологічна чистота. До незаперечних переваг таких конструкцій слід віднести також їх вогнестійкість, високі тепло – фізичні характеристики та високий опір впливу зовнішніх факторів оточуючого середовища.

Список посилань

1. Айлер Р.К. Коллоидная химия кремнезема и силикатов / Р.К. Айлер. – М.:Госстройиздат, 1959. – 288с
2. Мицюк Б.М. Поведение кремнезема в гидротермальных условиях. – К. Наукова думка 1971
3. Колесников Е. А. Вспучивание легкоплавких глин / Е. А. Колесников // Стекло и керамика. 1974. – № 5. – С. 28 – 30.
4. Лабутин, Г.В. Алуниты / Г.В. Лабутин. – М.: Металлургия, 1965. – 99 с.
5. Приев Э.Р. Физико – химические процессы образования ячеистых структур в алунито – кремнеземистых композициях и опоковидных глинах. Автореферат канд. дисс. 1975.
6. Кашкай М. А. Алуниты, их генезис и использование. / Кашкай М. А. – М. : Недра, 1970. – Т. 1. – 400 с.
7. Кашкай М. А. Алуниты, их генезис и использование. / Кашкай М. А. – М. : Недра, 1970. – Т. 2. – 318 с.

УДК 628.11

Іванишин В.А., докт. геол. наук, професор

Національний університет «Чернігівська політехніка», ivanishin2015@gmail.com

ПОРЯДОК ЗНЯТТЯ ТА ПЕРЕНЕСЕННЯ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ (РОДЮЧОГО ШАРУ ГРУНТУ) ЗЕМЕЛЬНИХ ДЛЯНОК ЯК ЗАСІБ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ І ОХОРОНИ ЗЕМЕЛЬ

Наказом голови Державного комітету України по земельних ресурсах А.С. Даниленка від 04.01.2005 р. № 1 «Про затвердження Порядку видачі та анулювання спеціальних дозволів на зняття та перенесення ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) земельних ділянок», який був зареєстрований в Міністерстві юстиції України 20 січня 2005 р. за № 70/10350.

Наказ відповідав статтям 166 та 168 Земельного кодексу України (2768-14), стаття 2, 3 та 6 Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель» (963-15), Закону України «Про охорону земель» (962-15), Положенню про Державну інспекцію з контролю за використанням і охороною земель, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25.12.2002 № 1958 (1958-2002-н) (зі змінами), містив три пункти і

погоджений з Міністерством охорони навколошнього природного середовища С.В. Поляковим, Головою Державного комітету з питань регуляторної політики та підприємництва Ю.А. Авксентьевим і Міністром аграрної політики України В.А. Слаутою.

Запропонований порядок видачі та анулювання спеціальних дозволів на зняття та перенесення ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) земельних ділянок обіймав 10 сторінок формату А4 і містив 8 розділів і 35 пунктів:

1. Загальні положення (3 пункти);
2. Визначення термінів;
3. Обов'язковість оформлення дозволу (5 пунктів);
4. Оформлення та видача дозволу (10 пунктів);
5. Облік виданих дозволів (3 пункти);
6. Підстави та порядок анулювання дозволу (7 пунктів);
7. Контроль за виконанням умов зняття, збереження і використання родючого шару ґрунту (два пункти);
8. Порядок оскарження дій посадових осіб інспекційних органів Держкомзему (5 пунктів).

Порядок був підписаний заступником начальника Державної інспекції з контролю за використанням і охороною земель М.І. Мамчуrom. Загалом це був дуже потрібний конкретний документ, у якому була детально описана, окрім іншого, обов'язковість оформлення дозволу та контроль за виконанням умов зняття, збереження, використання родючого шару ґрунту та порядок оскарження дій посадових осіб інспекційних органів Держкомзему.

Але практично виконати усі вимоги передбачені «Порядком видачі та анулювання спеціальних дозволів на зняття та перенесення ґрунтового покриву(родючого шару ґрунту) земельних ділянок» було дуже важко або навіть неможливо через дію людського фактору, що створював сприятливі умови для корупції.

Тому логічним був наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України від 7 квітня 2020 р. № 642, який зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10.06.2020 р. за № 503/34786 про визнання таким, що втратив чинність наказ Державного комітету України по земельних ресурсах від 4 січня 2005 року № 1 «Про затвердження Порядку видачі та анулювання спеціальних дозволів на зняття та перенесення ґрунтового покриву (родючого шару ґрунту) земельних ділянок».

Скасування наказу від 20 січня 2005 р. за № 70/10350 передбачало «приведення процедури видачі дозволу на зняття та перенесення ґрунтового покриву земельних ділянок у відповідність до вимог ст. 168 Земельного кодексу України, пункту «г» ч. 1 ст.6 Закону України «Про державний контроль за використанням та охороною земель»; спрощення механізму отримання адміністративної послуги видача дозволу на зняття та перенесення ґрунтового покриву земельних ділянок лише на підставі погодженого та затвердженого в установленому законодавством порядку робочого проекту землеустрою, зменшення переліку документів, які подаються для отримання дозволу на зняття та перенесення ґрунтового покриву земельних ділянок та переліку підстав для відмови у його видачі; зменшення корупційних ризиків під час видачі вказаних дозволів».

Висновок. Скасувати наказ голови Держкомзему № 1 від 04.01.2005 р. недостатньо. Доцільно згідно з Наказом Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства від 7 квітня 2020 о. № 642 розробити новий значно простіший порядок зняття і перенесення родючого шару ґрунту.

УДК 712.253:712.254

Савченко О.В., докт. техн. наук, професор

Корзаченко М.М., канд. техн. наук

Гаврик О.Ю., викладач

Національний університет «Чернігівська політехніка», olenasavch15@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВЛАШТУВАННЯ ОБМЕЖУВАЛЬНИХ СТОВПЧІКІВ У МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Одним із завдань створення безпечноого пішохідного простору є захист його від автотранспорту з метою уникнення наїзду та травмування людей. Таким захистом є створення огорожі з використанням обмежувальних стовпчиків.

У відповідності до ДБН В.2.3-5:2018 [1] під'їзи до зупинок маршрутного транспорту повинні мати огорожу перильного типу відповідно до ДСТУ Б.В.2.3-11 [2], а також для безпечної перебування пасажирів на зупинках посадкові майданчики необхідно відокремити від проїзної частини шляхом встановлення обмежувальної огорожі (металеві стовпчики).

Аналіз існуючих рішень у світі показує, що існує велика кількість обмежувальних стовпчиків (так звані bollards) з різними конструктивними рішеннями: стаціонарні, напівавтоматичні, автоматичні обмежувальні стовпчики з електромеханічним або гіdraulічним приводом, які призначенні для обмеження потоків руху пішоходів або автотранспорту, захисту скручення людей (зокрема, на зупинках громадського транспорту), влаштування стоянок автомобілів тощо (рис. 1). Кожне застосування вимагає розробки окремої конструкції, яка повинна відповідати заданим технічним умовам та пройти комплексні перевірки якості і безпеки, крім того, стовпчики повинні виконувати і естетичні функції. За матеріалом виготовлення такі стовпчики можуть бути з металу, бетону, каменю, пластику, гуми, комбіновані (для прикладу – металева труба, що заповнена бетоном).



Рис. 1 – Використання захисних обмежувальних стовпчиків у світі

Згідно з ДСТУ 8751:2017 [3] дорожні огороження поділяють на три групи, обмежувальні стовпчики відносять до третьої групи – обмежувальні огороження – огороження у вигляді окремих стовпчиків, напівсферичних конструкцій, прямокутного паралелепіпеда, куба чи вазонів-клумб, призначених для застосування в населених пунктах для запобігання несанкціонованим в'їздам та/або паркуванню транспортних засобів на тротуарі, газоні чи в пішохідній зоні. Висота обмежувальних стовпчиків має становити від 0,75 м до 1,10 м, напівсферичних конструкцій – від 0,30 м до 0,50 м, огорожень у вигляді паралелепіпеда чи куба – від 0,40 м до 0,60 м, вазонів-клумб – від 0,30 м до 0,60 м.

В Україні найпопулярнішим методом є перекриття проїздів та відокремлення прибудинкових територій вазонами-клумбами, бетонними напівсферами та металевими

стовпчиками. Проте перекриття вазонами-клумбами та бетонними напівсферами часто заважає вільному руху пішоходів, особливо при хаотичному розміщенні таких елементів. У відповідності з ДБН Б.2.2-5:2011 [4] елементи благоустрою, що можуть стати перешкодою для людей з інвалідністю, треба розміщувати в одну лінію за межами пішохідної зони.

Переважна більшість конструкцій стовпчиків потребує влаштування фундаменту. Обов'язковим є фундамент також для конструкцій, які проектують як протитаранні. Враховуючи вимоги діючих норм [1-7] та особливості розміщення комунікацій, було розроблено варіант обмежувального, окрім розміщеного стовпчика (рис. 2).

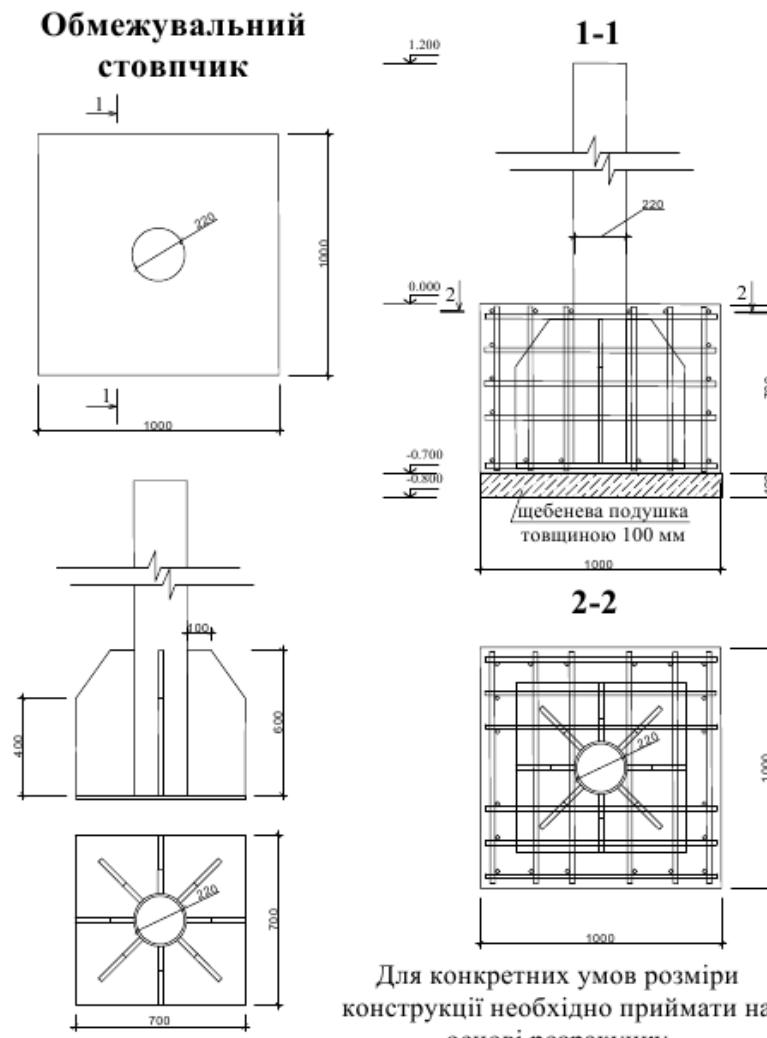


Рис. 2 – Обмежувальний стовпчик

За необхідності зменшення глибини закладання фундаменту, яка для більшості існуючих конструкцій стовпчиків складає не менш, як 700 мм, потрібно проводити додаткові розрахунки.

Список посилань

1. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів [Чинні від 2018-09-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 58 с.
2. ДСТУ Б В.2.3-11-2004 Споруди транспорту. Огороження дорожні перильного типу. Загальні технічні умови. – К.: Державний комітет України з будівництва і архітектури, 2004. – 24 с.
3. ДСТУ 8751:2017 Безпека дорожнього руху. Огороження дорожні і напрямні пристрої. Правила використання. Загальні технічні вимоги. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 40 с.
4. ДБН Б.2.2-5:2011 [Чинні від 2012-09-01] Благоустрій територій. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012 – 61 с.

5. ДБН В.2.6-198:2014 [Чинні 2015-01-01] Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.

6. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. – 42 с.

7. ДСТУ-Н Б ЕН 1997-1:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування Частина 1. Загальні правила. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2011. – 194 с.

УДК 697.1

**Сахно Є.Ю., докт. техн. наук, професор
Терещук О.І., канд. техн. наук, професор
Коваленко С.В., канд. пед. наук, доцент**

Національний університет «Чернігівська політехніка», evsakhno@ukr.net

АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ ОБСТЕЖЕННЯ БУДІВЕЛЬ

Скорочення питомого споживання енергоресурсів в будівлях є одним із найважливіших напрямів енергетичної політики нашої держави. При цьому об'єкти будівельного фонду потребують системного підходу до управління та аналізу ефективності використання енергетичних ресурсів. Для забезпечення безперервного поліпшення енергоефективності у відповідності до стандарту ISO 50001 потрібно систематично проводити енергоаудити об'єктів житлово-комунального господарства. Ця діяльність орієнтована на дослідження об'єкта щодо його енерговикористання, виявлення фактів нераціонального використання енергії, визначення заходів, які сприяють енергозбереженню та оцінки технічних і економічних можливостей їх реалізації. Виконання енергообстежень проводиться фахівцями, що мають відповідну кваліфікацію з використанням спеціалізованого обладнання.

Основними напрямками обстеження будівель є:

- обстеження огорожувальних конструкцій будівлі;
- обстеження системи опалення, електропостачання, освітлення, водопостачання, вентиляції та кондиціонування;
- обстеження зовнішніх інженерних комунікацій та систем автоматичного керування та регулювання;
- аналіз даних з енерго- та ресурсовикористання, режимної і технологічної документації, паспортів енергоємного обладнання.

За результатами енергообстежень кожного об'єкту доцільно розробити:

- звіт з енергетичного аудиту, що включатиме тепловізійне обстеження, баланси енергоспоживання, економічне обґрунтування рекомендованих заходів з енергозбереження, а також їх вплив на довкілля;
- енергетичний паспорт за формулою, що регламентована ДБН [1];
- енергетичний сертифікат будівлі за встановленою формою згідно чинного законодавства.

У країнах Євросоюзу створено потужну нормативно-правову базу з розвитку енергоощадних технологій та підвищення енергоефективності у будівельному секторі: в тому числі вона стосується політики держав-членів ЄС щодо ціноутворення та нарахування тарифів, податкових пільг (або дотацій, грантів), всеобщої підтримки використання енергії від поновлювальних джерел та енергоощадних технологій при будівництві нових об'єктів та модернізації існуючих, регулювання обсягів споживання і використання енергії і палива. В кожній країні нормативами встановлені мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та впроваджуються різні програми з термомодернізації існуючого будівельного фонду, визначено чіткі вимоги до проведення професійної діяльності енергоаудиторів та

незалежної системи контролю якості у будівельному секторі. На сьогодні відбувається гармонізація нормативної бази України з європейською, ведеться співпраця з міжнародними фінансовими організаціями для залучення іноземних інвестицій в рамках міжнародних проектів.

В ході моніторингу енергоспоживання фонду будівель доцільно збирати інформацію про [2, 3]:

- ресурсо- та енергоспоживання будівель за різні інтервали (година, доба, місяць, рік) за видами ресурсів та потоків;
- геометричні розміри будівлі, площі, об'єми її окремих складових;
- характеристики, розміри та стан огорожувальних конструкцій будівель з урахуванням орієнтації по сторонах світу;
- умови теплопостачання (витрати, тиск, температури енергоносіїв, кількість енергії);
- дані щодо погодних умов (температура навколишнього повітря, сонячна радіація, хмарність) за різні інтервали, а також стан джерел тепло- та електропостачання, теплопунктів, інженерних комунікацій.

Ці параметри дозволяють створити базу даних характеристик будівель та визначити резерви й потенційні заходи з підвищення енергоефективності. Для диспетчеризації, оперативного контролю, аналізу і візуалізації інформації відповідно до вимог стандарту ISO 50001 енергоменеджерам доцільно використовувати спеціалізовані програмні продукти, серед найбільш часто використовуваних в Україні є: автоматизована система енергомоніторингу (ACEM), EnergyPlan, SCADO (Fela), Фіату, СОКАТЕР. Представлене програмне забезпечення включає в себе планування, організацію, управління та регулювання параметрів енергоефективності. При цьому повинні вирішуватись наступні задачі: оцінка фактичного стану справ в області енергозбереження; визначення можливих шляхів для зростання енергоефективності; формування перспективних планів енергозбереження; управління реалізацією проектів з енергозбереження; систематичний контроль та моніторинг енергоспоживання.

Під час аналізу фонду будівель можуть використовуватися наступні індикатори енергоефективності [3, 4]:

- абсолютні значення витрат енергії та ресурсів (Гкал, кВт·год, м³);
- питомі показники енергоспоживання на одиницю опалювальної площини чи об'єму;
- питомі показники енергоспоживання на потреби опалення на один градусо-день;
- енергоспоживання (структурну балансу енергії);
- коефіцієнти, приведені показники (кВт·год/день, кВт·год/м²·тиждень);
- відносні показники (заощадження спожитих одиниць енергії відносно базових рівнів енергоспоживання за певний період, відсоток покращення порівняно з базовим рівнем енергоспоживання за період).

Таким чином моніторинг енергоспоживання повинен обов'язково супроводжуватися контролем дотримання комфортних умов в приміщеннях для забезпечення якості надання сервісних послуг.

Список посилань

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31: 2006. – К.: Мінбудархітектури України, 2006. – 71с.
2. Чернявський В.В. Кліматичні фактори впливу на теплоізоляційні фасадні системи з тонким штукатурним шаром /В.В. Чернявський, О.Б. Борисенко //Містобудування та територіальне планування, 2010. – № 37. – С. 559 – 564.
3. Пушкарьова К.К. Сучасні українські будівельні матеріали, вироби та конструкції / К.К. Пушкарьова – К.: Асоціація «ВСВБМВ», 2012. – 664с.
4. Сахно Є.Ю. Термомодернізація огорожувальних конструкцій будівель і споруд/ Сахно Є.Ю., Терещук О.І., Федорцов С.О., Сипливець В.В.// Технічні науки та технології, 2020.-№2(20). – С. 286-296.

УДК 621.941-229.3:531.133

Білик С.І., докт. техн. наук, професор

Білик А.С., канд. техн. наук, доцент

Джанов Л.В., аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури, vartist@ukr.net.

ОПТИМАЛЬНА ВИСОТА СТАЛЕВОЇ БАЛКИ ІЗ ЗМІННОЮ ВИСОТОЮ СТІНКИ І ПОЛИЦІ

Розглянуто згин консольної защемленої пружної сталевої балки змінного перерізу. Прийнято, що висота перерізу балок і ширина полиць змінюється за лінійним законом.

$$h_{pz} = h_{p0}(1 - \gamma_h \frac{z}{l}); \quad b_{fz} = b_{f0}(1 - \gamma_b \frac{z}{l}). \quad (1)$$

де h_{p0} – максимальна висота балки,

$h_{pn} = h_{p0}(1 - \gamma_h)$ – мінімальна висота балки;

l – прогін балки покриття, відповідно;

b_{f0} – максимальна ширина полиці,

$b_{fn} = b_{f0}(1 - \gamma_b)$ – мінімальна ширина полиці.

При рівномірно розподіленому навантаженні згинальний момент змінюється по довжині балки при розташуванні центра координат в центрі балки за параболічною залежністю:

$$M_{xz} = M_{x0} [1 - (\frac{z}{l})^2],$$

де $M_{x0} = ql^2 / 2$ – розрахунковий згинальний момент консольної балки.

Степеневі залежності зміни геометричних характеристик перерізів будуть наступні:

$$I_{xz} = h_z^3 t_\omega / 12 + 2b_{fz} t_f h_z^2 / 4 + 2b_{fz} t_f^3 / 12, \quad W_{xz} = \frac{2I_{xz}}{h_z} = h_z^2 t_\omega / 6 + b_{fz} t_f h_z + b_{fz} t_f^3 / (6h_z),$$

де W_{xbz} – момент опору перерізу полиць,

$W_{x\omega z}$ – момент опору перерізу стінки,

t_ω – товщина стінки,

$A_{fz} = b_{fz} t_f$ – відповідно площа, ширина і товщина кожної з полиць.

Площа полиці буде мати залежність від розрахункового згинального моменту.

$$b_{f0} t_f = \frac{M_{x0} - R_y h_{p0} t_\omega (1 - \gamma_h)^2 / 6}{R_y h_{p0} (1 - \gamma_b) (1 - \gamma_h)}. \quad (2)$$

Витрати сталі на балку залежать від ступеня змінності перерізу.

$$k_{\lambda bh} = \frac{2}{(1 - \gamma_h)(1 - \gamma_b)} \left[\frac{1}{\frac{\psi_h}{\psi_b} \left(\frac{1 - \frac{\gamma_h}{2}}{1 - \frac{\gamma_b}{2}} \right) - \frac{(1 - \gamma_h)}{3(1 - \gamma_b)}} \right]. \quad (3)$$

$$\frac{m_b}{\rho l} = k_{\lambda bh} \frac{M_{x0}}{R_y h_0} + h_0 t_\omega. \quad (4)$$

Оптимальна висота буде визначатися з умови набування функції (4) екстремальних значень при гнучкості стінки: $\lambda_{w0} = \frac{h_0}{t_\omega} \rightarrow t_\omega = \frac{h_0}{\lambda_{w0}}$.

$$\frac{m_b}{\rho l} = k_{\lambda bh} \frac{M_{x0}}{R_y h_0} + \frac{h_0^2}{\lambda_{w0}} \cdot \left(\frac{m_b}{\rho l} \right)'_h = -k_{\lambda bh} \frac{M_{x0}}{R_y h_0^2} + \frac{h_0}{\lambda_{w0}} = 0 \quad (5)$$

Таким чином, оптимальна висота балки в залежності від гнучкості стінки і змінності перерізу набуває запису.

$$h_0^3 = -k_{\lambda bh} \frac{M_{x0}}{R_y} \lambda_{w0}. \quad h_0^3 = \sqrt[3]{k_{\lambda bh} \frac{M_{x0}}{R_y} \lambda_{w0}} . \quad (6)$$

Залежність висоти балки від ступня змінності перерізу пояснюється ефектом перерозподілення матеріалу по довжині і висоті балки і зсувом значень оптимальної висоти порівняно із балкою постійного перерізу [2]. Також слід відмітити, що значення розрахункового згинального моменту і розрахункового перерізу в залежності від ступеня змінності перерізу балки не завжди співпадає із перерізом з максимальним згинальними моментом. Окремою задачею є дослідження раціонального перерізу і форми балки за максимальними приведеними напруженнями. Тестовими задачами для підтвердження проведених досліджень є рішення задач оптимальної висоти балок постійного перерізу та призмінності тільки стінки, які наведені у наукових працях [1-6].

Список посилань

1. Металеві конструкції. Загальний курс. /Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лавриненко Л.І., Бєлов І.Д., Володимирський В.О. – К.: Видавництво «Сталь», 2010.-869 с.
2. Білик С.І. Раціональні сталеві двотаврові балки зі змінною висотою стінки/ С.І. Білик // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Сб. наук. праць / МОН України, НУВГП. – Рівне, 2008. – Вип. 17. – С. 73-78.
3. Білик С. І. Оптимальна висота сталевої двотаврової балки зі змінним перерізом при розвитку обмежених пластичних деформацій / С. І. Білик, О. Б. Глітін // Современные строительные конструкции из металла и древесины. - 2012. - № 16(1). - С. 30-34. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sskmd_2012_16%281%29_7.
4. Білик С.І. Конструктивні коефіцієнти та раціональна висота сталевої коробчастої балки постійного перерізу / С.І. Білик, Л.І. Лавриненко // Будівельне виробництво . – 2017. - № 62(1). - С. 33-38. – http://nbuv.gov.ua/UJRN/buvu_2017_62%281%29_9 .
5. Гордеев В.Н. Элементарные задачи оптимизации двутавра: Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. К.: Вид-во Сталь, 2009. Вип. 3. С. 27-47.
6. Білик С. І. Методика визначення оптимальної висоти сталевої двотаврової балки зі змінним перерізом стінки при розвитку обмежених пластичних деформацій / С. І. Білик // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В. М. Шимановського. - 2012. - Вип. 9. - С. 28-33. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZNPISK_2012_9_5

УДК 621.941-229.3:531.133

Білик С.І., докт. техн. наук, професор

Цюпин Є.І., асистент

Київський національний університет будівництва і архітектури, vartist@ukr.net.

МЕТОДИКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ ЗНОСУ ЦИНКОВГО ПОКРИТТЯ МЕТАЛЕВИХ ПРОСТОРОВИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ БЕЗПЕКИ НА ДОРОГАХ

На підставі експериментальних досліджень та технічного обстеження виконано вимірювання товщини цинкового покриття металевої просторової конструкції для інформаційних систем безпеки на дорогах після 10 років експлуатації в умовах м. Києві. Вимірювання виконувалось для різних груп конструкцій: колони, ферми, в'язі, вузли. Виконано вимір товщини оцинкування труб та листових деталей металевих конструкцій арки.

Виконано вимір товщини оцинкування труб та листових деталей металевих конструкцій арки. Товщину труб виміряно за допомогою ультразвукового товщиноміру покриттів «NOVOTEST ТП-1». Прилад має діапазон вимірювання 0-300 мкм, прилад калібриваний, точність вимірювання $\pm(0,03h+0,001)$ мм, умови експлуатації: $\pm 0 \sim +45$ °C. Товщину труб виміряно за допомогою ультразвукового товщиноміру «Walcom tm-8812», нижня границя розміру сталевих труб: Ø15x2.0 мм, Ø20x3.0 мм, прилад калібриваний, точність вимірювання $\pm 0,5\%+0,1$, мм, умови експлуатації: $-10^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$.

Розроблена методика досліджень. Для моніторингу конструкцій та зменшення товщини оцинкування труб і деталей обрані фіксовані перерізи труб та точки окремих деталей: фасонок і фланців. Рівень корозійного зносу виконувався за математичним очікуванням, та значенням медіан по перерізам.

Прийнята експоненціальна залежність між втратами цинком (a_{corrC}) та періодом експлуатації (T_{exp}) для певної групи елементів конструктивної системи, або контрольної точки, в залежності від параметра швидкості втрати цинку - зменшення товщини цинкового покриття (α_k) і проектного терміну експлуатації (T_0), та проектної товщини цинкового покриття (t_{corr0}).

$$a_{corrC} = t_{corr0} \left(1 - e^{-\alpha_k T_{exp}/T_0} \right) \quad (1)$$

В залежності від терміну експлуатації (T_{exp}) і проектних вихідних значень (t_{corr0}, T_0) відкрита можливість визначення зменшення товщини цинкового покриття у часі на основі експериментальних даних моніторингу та прогнозування подальшого зменшення антикорозійного покриття. Приведена швидкість зменшення товщини цинкового покриття (параметра швидкості втрати цинку) характеризується параметром (α_k):

$$\alpha_k = \frac{t_{corrCi} - t_{corrCi+1}}{T_{i+1} - T_i} \left(\frac{T_0}{t_{corr0}} \right). \alpha_k = \left(\frac{t_{corrCi} - t_{corrCi+1}}{t_{corr0}} \right) \left(\frac{T_0}{T_{i+1} - T_i} \right) \quad (2)$$

Залишкова товщина цинкового покриття металоконструкцій буде:

$$t_{corrC} = t_{corrC0} - a_{corrC}. \quad (3)$$

Створена фізико-механічна модель втрат антикорозійного цинкового покриття дозволяє на підставі технічного інструментального обстеження прогнозувати подальший термін експлуатації цинкового покриття.

УДК 69.059.2

Молодід О. С., канд. техн. наук, професор

Шарикіна Н. В., аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури, molodid2005@ukr.net

ДОСЛДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ВІДНОВЛЕНого ЗАХИСНОГО ШАРУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Аналізом науково-технічної літератури встановлено, що фізико-механічні показники відновлених бетонних та залізобетонних конструкцій залежать від впливу технологічних чинників. До таких належать: просторове положення ремонтної ділянки [2], тривалість ущільнення ремонтної суміші та вологість відновлювальної поверхні. Встановити вплив зазначених чинників було вирішено експериментально на бетонних зразках з розмірами 270 x 120 x 120 мм (B30). Зразки на трьох поверхнях зачищали кутовою шліфувальною машиною та знепилювали стисненим повітрям. Перед вкладанням зразків в опалубку вологість їх поверхонь змінювали на трьох рівнях: мокра, волога та суха. Моделювання відповідної вологості поверхонь зразків виконували за методикою наведеною в EN 1504-52013 [3]. Після чого в порожнини між опалубкою та зразками (20 мм) вкладали високотекучу модифіковану бетонну суміш. Відновлення проводили на трьох поверхнях, які мали різне просторове положення, верхня горизонтальна, бокова вертикальна та нижня горизонтальна.

Ремонтна бетонна суміш мала наступний компонентний склад (з розрахунку на 1 м³ бетонної суміші): цемент (ПЦ II/A-Ш-500) – 450 кг; пісок річковий (1,5 мм) – 750 кг; відсів гранітний (2-5 мм) – 250 кг; щебінь (5-10 мм) – 800 кг; вода – 200 кг; Dynamon SR 3 (1,3 %) – 5,9 кг; Marescure SRA (1 %) – 4,5 кг. Модифікуючі добавки, що були використані в суміші, виготовлені ТМ «МАПЕІ».

Відразу після вкладання суміші виконували її ущільнення, для цього до боковиків опалубної конструкції прикладали вібраційну шліфувальну машину на відповідний час. Час ущільнення ремонтної суміші варіювали: 10 – 15 с; 30 – 35 с; 55 – 60 с.

Всі серії бетонних зразків розпалубили після двох діб витримки в опалубці, після чого зразки змочували та виконували догляд за ними. Після витримування 28 діб проводили випробування з визначення міцності зчеплення відновлювальної поверхні з ремонтним розчином за методикою описаною в [1].

В результаті експериментальних досліджень визначено, що найбільша міцність зчеплення спостерігалась при відновленні вологих бетонних поверхонь. Найгірші результати отримано при відновленні сухих поверхонь. Оптимальним часом ущільнення ремонтної суміші слід вважати 30 – 35 с. Найвища міцність зчеплення ремонтного розчину з бетонною основою отримана при відновленні верхніх горизонтальних поверхонь, найгірші – при відновленні нижніх горизонтальних поверхонь.

Список посилань

1. ДСТУ Б ЕН 1015-12:2012. Методи випробувань розчину для мурування. Частина 12. Визначення міцності зчеплення штукатурних розчинів з основами (ЕН 1015-12:2000, IDT). [Чинний з 01.10.2013]. Київ: Мінрегіон України, 2013, 13 с.
2. Кононенко А. Н. Технология ремонта и восстановления поврежденных поверхностей железобетонных конструкций: дис. канд. тех. наук. 05.23.08. Харьков, 2008. 135 с.
3. EN 1504-52013. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Москва Стандартинформ 2016.- 85 с.

УДК 624.05; 627.13; 627.2

Школа О. В., докт. техн. наук, професор
Мосічева І. І., канд. техн. наук, доцент
Марченко М. В., канд. техн. наук, доцент
Котляр А. С., студент
Мельниченко Г. С., студент

Одеська державна академія будівництва та архітектури, mosicheva@gmail.com

ГРУНТОВІ КОМПОНЕНТИ І СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ ШТУЧНИХ ПОРТОВИХ ТЕРИТОРІЙ

Безперервне накопичення донних відкладень на портових акваторіях і руслах їх водних підходів, а також збільшення осадки великотоннажних морських транспортів вимагає регулярного виконання дноглибувальних робіт. За екологічними критеріями ґрунтові продукти такої діяльності допоміжних спеціалізованих служб передбачають їх вивезення спеціальними судами-шаландами на регламентовану відстань від берегу і скидання на відповідних глибинах [1, 2, 3].

Крім значних ресурсних витрат, такий спосіб утилізації продуктів дноглибління завдає істотної екологічної шкоди морському середовищу. В останні роки накопичено певний практичний і експлуатаційний досвід ефективної оптимізації використання ґрунтової пульпи, що добувається, для створення штучних територій [4, 5, 6].

Разом з тим, при формуванні та проектуванні штучних територій зі слабких донних морських відкладень або ґрунтів інших водойм необхідно враховувати характерні особливості, до основних з яких відносяться [7, 8]:

- ґрунти, які добуваються при морському дноглиблінні, як правило, є поверхневими відкладеннями, яким властиві низька міцність і висока деформативність;
- придонні відкладання водних підходів та акваторій портів Чорноморсько-Азовського басейну представлені текучими і текуче-пластичними мулами, глинами, суглинками, що перешаровуються пилуватими і дрібнозернистими замуленими пісками;
- такі ґрунтові відкладення характеризуються різкою неоднорідністю, як в плані, так і по глибині донної поверхні;
- розробка ґрунтів по ходу руху земснаряда істотно ускладнює диференційовану подачу матеріалу по картах намиву;
- ґрунтована пульпа, відкладена в намивні карти, на початковому етапі осадконакопичення поводиться, як важка рідина, що створює небезпеку втрати стійкості огорожувальних дамб;
- процес седиментації, формування міцності міжчасткових зв'язків в мулистих і глинистих масивах утилізованих ґрунтів, відповідно до нормативних вимог до штучних територій, може тривати десятки років, тому для його інтенсифікації потрібні спеціальні технологічні заходи;
- час консолідації водонасичених ґрунтів штучних територій реалізується, по суті, одночасно з формуванням структурних характеристик міцності зв'язків, тому при прогнозуванні деформацій слід враховувати тимчасові нелінійні ефекти.

Під штучні території берегового розміщення, як правило, відводяться рельєфні і зсувионебезпечні невгіддя, заболочені низини й інші, мало придатні для будівельних цілей, ділянки. Тому, при їх проектуванні необхідно враховувати також роботу і деформації ґрунтів природного складання, підстилаючих створювані території [9, 10].

Позитивний ефект можуть дати циклічність картового намиву і організація послідовності утворення намивних штучних територій. Вони мають такі відмітні ознаки і особливості:

– одноразові або одноярусні, коли утворення території виконується одним циклом до завершення будівництва по висотним позначкам;

– багатоярусні, для створення яких необхідні кілька послідовних циклів формування території і, відповідно, кілька ярусів конструкцій, що огорожують утворену територію.

При цьому можуть бути прийняті наступні способи видалення надлишкових ґрутових вод і атмосферних опадів:

– природне дренування, яке не вимагає влаштування спеціальних конструктивних дренажних систем і водовідводів;

– організоване дренування, при якому для видалення вод виконують дренажні системи і відведення в суміжні водойми або водовміщаючі споруди для стадій утворення і експлуатації;

– спеціальні очищення при водовідведенні, що включають методи знезараження від шкідливих домішок, небезпечних в екологічному відношенні.

Чіткий вибір оптимального складу робіт і ґрутових компонентів для намиву штучних територій з продуктів днопоглибління, правильний підбір способів і технологічних прийомів дозволить зменшити ресурсні витрати при розширенні виробничих площ морських портів, а також знизить супутній негативний екологічний вплив на морське середовище.

Список посилань

1. Кривошеев П. И. Геотехнический проект развития портов Украины. / Кривошеев П. И., Школа А. В. // Мир геотехники. – Киев, 2007. – №1 – С. 24-36.
2. Перспективы развития транспортной инфраструктуры и логистики / Коллегия Минтранс связи // Отраслевое регулирование. – Киев: Транспорт, 2008. – № 25(505) – С. 38-39.
3. Егоров Г. В. Перспективы существующих судов река-море в контексте обеспечения экологической безопасности / Г. В. Егоров. – Мат. 4 науч.-практ. конф. // Экологическая безопасность техногенной перегруженных регионов. Оценка и прогноз экологических рисков. – АР Крым, Гурзуф, 2008. – С. 91-93.
4. Школа А. В., Страхов Ю. Г. Реконструктивные решения для причалов эстакадного типа в Мариупольском порту / Школа А. В., Страхов Ю. Г. – Строительные материалы, конструкции и инженерные системы // Сб. науч. тр. – Одесса: ОГАСА, 1996. – С. 246-252.
5. Новиков М. Ф. Намыв площадей для строительства. / [Новиков М. Ф., Меламед Д. Л., Каменская В. И., Седых Ю. И.] – М.: Стройиздат, 1984. – 238 с.
6. Попов С. В. Рациональное использование минеральных отходов промышленности в строительстве / [Попов С. В. и др.] – Современные проблемы строительства // Науч.-техн. сб. – Донецк, 2007. – №5(10) – 207 с.
7. Рекомендации по проектированию территорий терминалов и отвалов из ґрутов дноуглубления акваторій портів каналів і водних путей / Школа А. В., Никодим А. В., Рабочая Т. В., Мосичева И. И. – Одесса, 2008. – 51 с.
8. Школа А. В. Развитие теории уплотнения береговых гидроотвалов из продуктов дноуглубления / Гидротехнические сооружения. Морские и речные порты // Сб. науч. трудов. – Одесса: ОГАСА, 1995. – С. 3-17.
9. Сорокина Г. В. Строительные свойства слабых ґрутов в основании сооружений. / Г. В. Сорокина – М.: Стройиздат, 1996. – 224 с.
10. Школа А. В. Осадки искусственных територій контейнерных терминалов в морських портах. / А. В. Школа. – Одесса: Вестник ОНМУ, 2007. – №23. – С. 115-133.

UDC 624.05; 627.13; 627.2

Shkola A. V., Prof., Dr. Tech. Sci.
Marchenko M. V., Assist. Prof., PhD
Mosicheva I. I., Assist. Prof., PhD
Potapov A. A., student

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, mosicheva@gmail.com

METALLURGICAL SLAGS AS A STRUCTURAL SOIL ENVIRONMENT OF ARTIFICIAL TERRITORIES OF MARINE TERMINALS

Work on the study of the possibility of using slags as waste of metallurgical plants as the main material in the creation of new territories of the Mariupol Sea Trade Port showed the prospects of this method of their utilization. The most consistent volume of research on the physical and mechanical properties of metallurgical slags (MS) of the Ilyich and Azovstal plants was carried out under the guidance of Doctor of Technical Sciences, prof. Shkola A.V. Full-scale and laboratory tests of two types of MS differing in production technology - granular (SMG) and non-granular (SMNG) led to the following positions.

A feature inherent in SMNG is characterized by a sharp inhomogeneity of the particle size distribution, the coarse fractions of which significantly complicate laboratory tests on standard devices with small sizes of receiving devices.

For the studied coarse-grained media, the bulk density, the degree of compaction, and the modulus of deformation were taken as reference criteria. In the course of the tests, the determinations were carried out with threefold repeatability, according to which the curves of the grain size distribution were constructed. The degree of inhomogeneity of slags was determined by the standard ratio of grain diameters with a provision of 10% and 60%, which was 1.77 for SMG, and 2.78 for SMNG. According to the regulatory criteria, both types of slags are classified as coarse-grained and heterogeneous.

To determine the characteristics of compressibility, large-sized compression devices with a diameter of 375 mm and a height of 100 mm, specially designed for such physical structures, were used. The vertical force on the slag sample was controlled by DOSM dynamometers with an accuracy of 0.5-1.0 kPa for forces of 30-50 kN, the deformations of the samples were measured with ICh-20 indicators with an accuracy of 0.01 mm. Four parallel series of tests were carried out for SMG and SMNG slags in dry and water-saturated states at different degrees of bulk density. Experimental relationships between relative deformations and load are obtained, the parameters of which are tabulated.

The values of the modulus of deformation of the slags, interpreted as functions of the coefficient of relative density, made it possible to make an unambiguous conclusion. In the range of densities from the loose to the most dense state, the deformation modulus increased for SMG from 6.0 / 4.5 to 12.0 / 10.0 MPa, and for SMNG - from 7.5 / 6.0 to 18.0, respectively. / 15.0 MPa (dry / water-saturated). Thus, continuous control of the degree of density during the laying of slags, all other things being equal, can serve as a clear criterion for the quality of such bases in terms of deformation.

The practice of recycling waste from metallurgical industries by using slags as backfills for rims and material for creating territories for cargo terminals has shown economic efficiency both in terms of technical and resource costs, and in terms of environmental requirements. To intensify the compaction processes, it is necessary to use mechanisms that initiate deep and surface vibration effects when creating such foundations, and to conduct strict operational control of their degree of density.

УДК 747.012.1

Савченко О.В. докт. техн. наук, професор

Ітченко Д.М., канд. техн. наук

Кравцова О.С., викладач

Національний університет «Чернігівська політехніка», dimaitchenko@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧASNІХ СИСТЕМ РЕАЛІСТИЧНОГО ВІЗУАЛЬНОГО МОДЕлювання У ДИЗАЙНІ ІНТЕР'ЄРІВ

Сьогодні існує велика кількість багатофункціональних програмних засобів (ПЗ) для моделювання дизайну інтер'єрів, які надають можливість кожному користувачеві створити реалістичну візуалізацію своїх проектів. Переважна більшість таких ПЗ оснащені простими у керуванні інструментами, які дозволяють створювати красиві і зручні, з точки зору експлуатації, приміщення та композиції інтер'єру.

Будь-яку ідею дизайнера можливо реалізувати і донести до потенційного замовника за умови правильно підібраного інструменту для моделювання і наявності відповідних знань для роботи з цими інструментами.

Наявний інструментарій програмних засобів для реалістичного візуального моделювання у дизайні інтер'єрів можна класифікувати за такими ознаками (рис. 1):

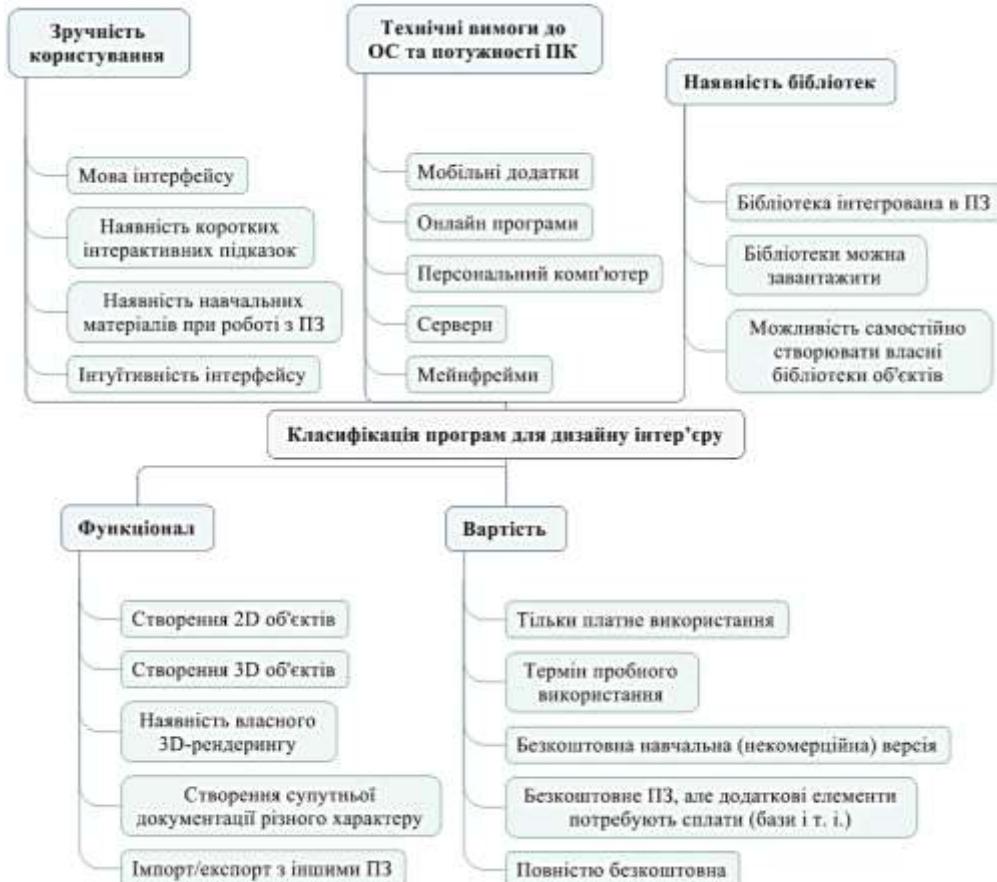


Рис. 1 – Класифікація програм для дизайну інтер'єру

До основних інструментів можна віднести: вимірювальний та креслярський інструменти (лінійки, олівці, циркулі, лупа та ін.); камери для тривимірної візуалізації інтер'єру, які дозволяють оглядати створену модель проекту з різних ракурсів і вносити в нього зміни, а також наочно переглядати верхній або панорамний вид приміщень та оцінювати правильність вибору планувальних рішень і деталей інтер'єру; наявність бібліотек моделей меблів, оздоблювальних матеріалів із можливістю вибору кольорів, текстур і фактур

покриття, дверних і віконних систем, елементів електро- та сантехнічного оснащення, сходів та огорожувальних конструкцій, предметів текстилю та інших елементів декору; інструменти збереження візуалізацій інтер’єру в різних форматах (фото, відео, анімації), а також супровідної документації у вигляді креслень, ескізів, експлікацій.

Найбільш популярними програмними засобами, які використовуються дизайнерами інтер’єрів для представлення своїх ідей та відповідають основним вимогам до таких ПЗ, є: Autodesk 3DS Max – створення фото-реалістичних візуалізацій; Corona Render – створення реалістичних рендерів високої якості; Planner 5D – створення планування і візуалізації дизайну інтер’єру; SketchUp – моделювання тривимірних об’єктів та відображення концепції проекту; Planoplan – окрім всіх інших типових функцій, програма дозволяє створювати віртуальні тури за допомогою вбудованого віджету, що додає наочності запропонованим дизайнерським рішенням.

На рис. 2 представлено приклади візуалізацій інтер’єрів, реалізованих за допомогою зазначених ПЗ.



Рис. 2 – Приклади візуалізацій: а) Planoplan [1]; б) Planner 5D [2]; в) Corona Render [3]

Слід відмітити, що переважна більшість ПЗ потребує використання спеціальних плагінів, які дозволяють суттєво збільшити наявний функціонал програми, а в деяких випадках вони відіграють основну роль, в тому числі і у створенні реалістичних образів дизайнерських проектів.

Список посилань

1. 3D-рендер и фотография: как отличить съемку от визуализации [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://planoplan.com/ru>
2. Создай дом своей мечты за несколько минут [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://planner5d.com/ru/>
3. Corona Renderer will be the best archviz renderer on the market [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://evermotion.org/articles/show/9684/>

УДК 332:349.41

Пілічева М. О., канд. техн. наук, доцент

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
maryna.pilicheva@gmail.com

Анопрієнко Т. В., канд. екон. наук

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва,
atatyuanav2017@gmail.com

АНАЛІЗ БАЗОВОГО НАБОРУ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Геопросторові дані є важливим елементом для розробки та прийняття управлінських рішень, направлених на стабільний розвиток територій, і складають основу різних кадастрів (земельного, містобудівного, природних ресурсів тощо) [1, 2]. Геопросторові дані про землі сільськогосподарського призначення є невід'ємною складовою національної інфраструктури геопросторових даних [3], які використовуються для розробки землевпорядної документації, ведення державного земельного кадастру, та проведення моніторингу використання земель. З огляду на це, актуальним є питанням створення єдиної бази геопросторових даних про землі сільськогосподарського призначення, що дозволить підвищити ефективність збирання, обробку, збереження та оновлення інформації про земельні ділянки в різних реєстрах.

У світі така ідея вже реалізована у кількох країнах, зокрема у Великобританії, США, Канаді, Китаї та ін., де існують приклади національних інфраструктурних баз даних.

Під терміном Національна інфраструктура геопросторових даних розуміють взаємопов'язану сукупність організаційних структур, технічних і програмних засобів, базових і профільніх наборів геопросторових даних, метаданих, сервісів геопросторових даних і технічних документів що регламентують їх використання. Основним нормативно-правовим документом, який регламентує правові й організаційні засади створення, функціонування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних, спрямованої на забезпечення ефективного прийняття органами державної влади та місцевого самоврядування управлінських рішень, задоволення потреб суспільства в усіх видах географічної інформації, інтегрування у глобальну та європейську інфраструктуру геопросторових даних є прийнятий у 2020 році Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [3].

В інфраструктурі геопросторових даних виділяють такі набори геопросторових даних, як: базові та профільні геопросторові дані, метадані. При цьому загальним є базовий набор геопросторових даних, який містить основні відомості про геопросторові об'єкти.

Базові набори геопросторових даних сільськогосподарського призначення охоплюватимуть територію певного адміністративно-територіального утворення (АТУ) одного з рівнів таких як адміністративний район, міська, селищна, сільська рада або об'єднана територіальна громада.

При формуванні складових базового набору геопросторових даних про землі сільськогосподарського призначення використано базовий набір геопросторових даних, визначений у Законі [4], до якого додано інформацію про бонітування ґрунтів і їх якісний стан, бо це суттєво впливає на врожайність сільськогосподарських культур, а відповідно і на вартість сільськогосподарських земель. Також відображені відомості про орендне право, власників та аукціоні [5], в зв'язку зі змінами, які відбуваються у земельному законодавстві наприклад при знятті мораторію на продаж сільськогосподарських земель. А також прийнято рішення не включати до базового набору відомості про гідрографію, ліси, території та межі заказників, бо ці відомості не пов'язані з веденням сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 1 – Складові базового набору геопросторових даних земель сільськогосподарського призначення

№ з/п	Компоненти базових наборів геопросторових даних	Закон [4]	Пропозиція
1	Координатно-просторова основа цифрової моделі території	+	+
2	Території й межі територій суб'єктів АТУ	+	+
3	Гідрографія	+	-
4	Ліси та зелені зони загального використання	+	-
5	Будинки й споруди	+	-
6	Транспортні мережі	+	-
7	Залізниці й під'їзні залізничні колії	+	-
8	Інженерні комунікації	+	+
9	Території й межі заказників, заповідників	+	-
10	Земельні ділянки та зонування	+	+
11	Адреса населеного пункту	+	+
12	Відомості про категорії земель у межах АТУ	-	+
13	Цифрова модель рельєфу з точністю масштабу 1 : 2 000	+	+
14	Відомості про сервітути	-	+
15	Відомості про обмеження у використанні земель	+	+
16	Площа земель в межах території АТУ	+	+
17	Склад відомостей про земельні ділянки	-	+
18	Відомості про бонітування ґрунтів АТУ	-	+
19	Відомості про якісні характеристики ґрунтового покриву	-	+
20	Відомості про нормативну грошову оцінку земель в межах території АТУ	-	+

Базові геопросторові дані повинні оновлятися шляхом оперативного внесення змін у їхній зміст на основі використання виконавчих знімань щодо введення об'єктів в експлуатацію та усіх джерел, точність, актуальність й вірогідність яких гарантується їхніми постачальниками. Базові геопросторові дані не повинні містити відомостей, що становлять державну таємницю, а також іншу інформацію, доступ до якої обмежено відповідно до законодавства.

Список посилань

1. Карпінський Ю. О., Лященко А. А. Формування національної інфраструктури просторових даних – пріоритетний напрям розвитку геодезичної галузі [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://lagao.at.ua/vikno/GIS_books/NIGD.pdf.
2. Пілічева М. О. Масштаб інфраструктури геопросторових даних місцевого рівня [Текст] / М. О. Пілічева, Д. О. Кінь // Науковий журнал «Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки». – Том 29 (68) № 2. – 2018. – С. 337-341.
3. Пілічева М. О. Інтеграція топографічної і кадастрової інформації базового набору геопросторових даних земельної ділянки [Текст] / М. О. Пілічева, Д. О. Кінь, О. Є. Поморцева // Містобудування та територіальне планування. – № 66. – 2018. – С. 523-531.
4. Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» № 554-IX від 13.04.2020 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text>.
5. Пілічева М. О. Аналіз ринку продажу прав на земельні ділянки на конкурентних засадах в Харківській області [Текст] / М. О. Пілічева, Т. В. Анопрієнко, Л. О. Маслій // Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура». – № 3 (149). – 2019. – С. 126-132.

УДК 72.012 [378.147:53]

Завацький С.В., канд. фіз.-мат. наук

Національний університет «Чернігівська політехніка», s.zavatski@gmail.com

ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ КОМПЕТЕНЦІЙ У МАЙБУТНІХ ДИЗАЙНЕРІВ СЕРЕДОВИЩА В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ КУРСУ «БУДІВЕЛЬНА ФІЗИКА»

Дизайн середовища, як одна з галузей творчої проектної діяльності, сьогодні розвивається швидкими темпами і потребує цілеспрямованої підготовки відповідних кваліфікованих фахівців. Розроблена в Національному університеті «Чернігівська політехніка» освітньо-професійна програма «Дизайн середовища» [1] передбачає підготовку бакалаврів з дизайну не тільки обізнаних з проектною діяльністю в галузях культури та мистецтва, а й в сфері проектування, як внутрішнього так і зовнішнього архітектурного середовища. Підготовка таких фахівців вимагає в процесі навчання формування певного рівня технічної компетентності щодо прийняття оптимальних проектних рішень, які б забезпечували виконання завдань комплексного проектування. Мова іде про те, що нове покоління дизайнерів повинно володіти такими засобами проектування, які б органічно поєднували містобудівне інтер'єрне середовище з предметно-просторовим середовищем, що передбачає високий ступінь узгодженості функціональних і об'ємно-планувальних рішень щодо проектування за принципом від будівлі до інтер'єра приміщень.

Навчальний курс «Будівельна фізика» є інтегральною дисципліною, що охоплює сукупність наукових дисциплін, які розглядають фізичні процеси і явища, пов'язані з будівництвом та експлуатацією будівель і споруд, і розробляють методи відповідних інженерних розрахунків. Такі компоненти природного та штучного середовища, як температура повітря, його вологість, швидкість та напрям вітру, сонячна радіація, опади, звук та шуми найчастіше відіграють важливу роль у формуванні архітектурно-композиційних і конструктивних рішень щодо раціональних умов і режимів експлуатації будинків. Тому досягнення найбільш ефективних рішень можливо завдяки комплексному урахуванню фізичних параметрів середовища (кліматичних, світлотехнічних, теплотехнічних й акустичних) на початковій стадії архітектурного проектування. Основними і найбільш розвиненими розділами будівельної фізики є архітектурно-будівельна кліматологія, архітектурно-будівельна світлотехніка, архітектурно-будівельна акустика, будівельна теплотехніка, які вивчають вплив кліматичних факторів та закономірності переносу тепла, передачі звуку й світла (тобто явищ, що безпосередньо сприймаються органами відчуття людини і які визначають гігієнічні якості навколишнього середовища) з метою забезпечення в будівлях і спорудах необхідної температури і вологості, акустичних і світлотехнічних умов.

Технічна компетентність майбутніх дизайнерів формується на основі отримання знань про основні закони архітектурно-будівельної фізики і кліматології в галузі теплозахисту, природного освітлення й інсоляції, будівельної акустики та захисту від шуму. Вивчення законів та закономірностей теплопереносу дають можливість приймати оптимальні рішення сучасних огорожуючи конструкцій з дотриманням норм енергоефективності [2]. Вивчення складових клімату, які впливають на мікроклімат в будівлях і спорудах дає можливість врахувати їх специфіку при прийнятті проектних рішень щодо дислокації архітектурних комплексів й забудови в міському середовищі різних кліматичних зон України [3].

Таким чином в результаті вивчення курсу «Будівельна фізика» студенти набувають умінь оцінювати об'єкт проектування в контексті проектного завдання разом з відповідними технологічними процесами; формувати художньо-проектну концепцію із врахуванням нормативних вимог щодо раціональних умов і режимів експлуатації будинків.

Проводити теплотехнічний розрахунок огорожень, розрахунки природної освітленості й інсоляції, а також захисту від шуму. Виконувати розрахунки щодо визначення оптимального мікроклімату приміщень будівель та міського середовища.

Список посилань

1. Освітньо-професійна програма «Дизайн середовища», першого рівня вищої освіти за спеціальністю 022 Дизайн, галузь знань 02 Культура і мистецтво. Кваліфікація: бакалавр з дизайну [Текст] / Чернігівський національний технологічний університет. – 2019. – 18 с.
2. ДБН В.2.6.-31:2016. Теплова ізоляція будівель. Київ. Мінрегіонбуд України, 2017.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Київ. Мінрегіонбуд України, 2011.

УДК 331.453

Антошкін О.А., канд. техн. наук, викладач

Національний університет цивільного захисту України, antoshkin@nuczu.edu.ua

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ДІАГНОСТИКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНИХ ЕКСПЕРТИЗ

Ультразвукові методи діагностики активно застосовують в різних сферах людської діяльності – медицині, машинобудування, будівництві. Така затребуваність пояснюється, в першу чергу, тим, що ультразвукові методи відносяться до безруйнівних методів діагностики.

Ультразвукові методи діагностики ґрунтуються на властивостях ультразвуку безперешкодно проходити через різні середовища. При цьому, що має в даному контексті принципове значення, швидкість проходження істотно залежить від виду середовища. Найменшу швидкість проходження ультразвукові хвилі мають в газах, найбільшу – в твердих тілах.

В будівництві широко використовується ультразвуковий метод діагностики зварних швів під час збирання залізобетонних конструкцій. Він дозволяє оперативно виявити наявність схованих дефектів, які можуть суттєво вплинути на несучу здатність конструкції.

Ще одна сфера застосування ультразвукових дефектоскопів у сфері будівництва, архітектури та поточній експлуатації будівель – виявлення місця виникнення осередку пожежі під час проведення пожежно-технічної експертизи.

Під час нагрівання в бетонних та цегляних конструкціях з'являються мікродефекти. Зменшення щільності структури матеріалу конструкції призводить до появи в його структурі додаткового повітря. Відповідно, швидкість проходження ультразвуку, у порівнянні з не нагрітими конструкціями, зменшується.

Виявлення місця виникнення пожежі здійснюється або шляхом прямого порівняння швидкості проходження ультразвуку, або порівнянням коефіцієнтів проходження ультразвуку, які визначаються за формулою (1).

$$k = C_{\Phi} / C_0, \quad (1)$$

де C_{Φ} – фактична швидкість проходження ультразвуку по конструкції після нагрівання;

C_0 – швидкість проходження ультразвуку по не нагрітої конструкції.

Але такий підхід дає можливість отримати лише порівняльну оцінку ступеня нагрівання конструкції в різних точках. Тобто показники ультразвукового дефектоскопу дають змогу з великою долею ймовірності визначити місце максимального прогрівання конструкції. Але не дають прямої інформації, до якої температури відбулося нагрівання. Це не завжди задовільняє вимогам виконавців пожежно-технічної експертизи.

Тому актуальною є задача складання таблиць відповідності для конкретних моделей ультразвукових дефектоскопів (наприклад приладу вітчизняного виробництва

«NOVOTEST ПСМ»), які дозволяють без проміжних розрахунків визначати температуру, до якої була нагріта будівельна конструкція. Зрозуміло, що для кожного матеріалу таблиця повинна складатися окремо. Використання такого допоміжного інструменту дозволить суттєво зменшити час «польової» роботи експерта.

УДК 69.059.35

Мозговий А.О., докт. техн. наук, професор

Спіранде К.В., канд. техн. наук, доцент

Харківський національний університет будівництва та архітектури,

mozgovoyandrey@ukr.net

ДОСВІД ОЦІНЮВАННЯ ЗА ЗОВНІШНІМИ ОЗНАКАМИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВЕЛИКОПАНЕЛЬНИХ БУДИНКІВ НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА

Наприкінці двадцятого століття будівельна сфера переживала кризу. Не всі компанії змогли адаптуватися до нових умов, тому будівництво великого числа будівель соціального та житлового призначення було заморожено. Будівельно-монтажні роботи призупинені на рівні різного ступеня готовності об'єкту, від виритого котловану до повністю змонтованої будівлі без підключення до інженерних мереж. Ретельне технічне та візуальне обстеження - єдиний можливий варіант об'єктивно вирішити долю об'єктів незавершеного будівництва. Головна мета такого обстеження - знайти і оцінити пошкодження, розробити оптимальну стратегію відновлення, проаналізувати технічний стан конструкцій і доцільність ремонтних заходів, прийняти рішення про знесення або реконструкцію будівлі.

Була виконана будівельна експертиза двох- та семиповерхової «недобудов» в Харківській області (див. рис. 1, 2). Будівництво цих будинків було розпочато в 1993 році. Планувалося зведення дев'ятиповерхових великопанельних будинків по серії 90 але роботи були зупині через брак коштів. При цьому, належна консервація об'єктів не виконувалася. В результаті недобудовані будинки піддавалися багаторазовому несприятливого циклічному впливу навколоишнього середовища.



Рис. 1 – Два поверхи дев'ятирічної поверхової недобудови



Рис. 2 – Сім поверхів дев'ятирічної поверхової недобудови

Дефекти спостерігаються в панелях перекріттів, зовнішніх та внутрішніх стін, в вертикальних і горизонтальних стиках між панелями, в зовнішніх кутах будівель та місцях сполучення перекріттів зі стінами. Це свідчить про неналежний стан сталевих закладних та з'єднувальних елементів в стиках панелей, що є особливо небезпечним для великопанельних будинків (див. рис. 3-5).



Рис. 3 – Корозія закладних деталей стиків стінових панелей і панелей перекриття



Рис. 4 – Корозія закладних деталей стиків стінових панелей і панелей перекриття



Рис. 5 – Корозія робочої арматури, руйнування захисного шару бетону панелей перекриття

На підставі технічного висновку за результатами обстеження будівлі прийнято рішення про недоцільність реконструкції та необхідність знесення двоповерхового будинку. Семиповерховий будинок вимагає проведення додаткового кошторисного інструментального обстеження з можливою розробкою проекту потужного підсилення несучих конструкцій та вузлів їх з'єднання, що є економічно недоцільним.

Список посилань

1. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану: ДСТУ-Н Б В. 1.2-18: 2016.[Чинний з 2017-04-01] //К.: ДП «УкрНДНЦ, 2017. 44 с.
2. Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий: ВСН 32-77. М.: Стройиздат, 1978. 177 с.

УДК 624.07

Пилипенко В.Н., канд. техн. наук, доцент

Педорич А.В., канд. пед. наук, доцент

Академія Державної пенітенціарної служби, Чернігів, vpilip@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОГО НАВАНТАЖЕННЯ АНКЕРНИХ СТРИЖНІВ НА ОСНОВІ СПІРАЛЬНО АРМОВАНИХ МАТЕРІАЛІВ

Для зміцнення підземних споруд широко використовується анкерне кріplення, при цьому в якості матеріалів для підкріплюють штанг-анкерів досить ефективно використання армованих полімерних матеріалів, зокрема склопластиків. Однак, використання цих матеріалів має ряд недоліків: односпрямована схема армування, що призводить до низьких значень фізико-механічних характеристик при трансверсальному навантаженні і зсуvi, високі значення повзучості анкера в процесі експлуатації. З огляду на зазначене для анкерів, запропоновано використовувати матеріали на основі спірально армованих наповнювачів, що представляють собою систему просторово армованих елементів, що складаються з пучків прямолінійно покладених волокон, обмотаних по спіралі нитками іншого волокнистого матеріалу - допоміжної арматури. При цьому для серійного виготовлення пропонується використовувати плетільно-пултрузійний процес, що дозволяє забезпечити необхідну за умовами навантаження схему армування анкера і сформувати на поверхні виробу проміжний шар, що сприяє поліпшенню умов закріplення анкера в породі.

Оцінка деформаційних властивостей запропонованого матеріалу в умовах тривалого навантаження проводилася з урахуванням властивостей складових компонентів, при цьому для пучків поздовжньої арматури спірально армованого матеріалу завдання зводиться до вирішення системи двох лінійних інтегральних рівнянь з урахуванням умов спільноті деформацій і рівнянь рівноваги напружень. Представляючи в цьому випадку ядра повзучості у вигляді експоненційних функцій, для матриці і наповнювача отримані вирази деформації повзучості в поздовжньому напрямку і зміна напружень в компонентах. Для оцінки повзучості шару обмотувальної арматури розглядалася задача про навантаження односпрямованого матеріалу в напрямку, що не збігається з напрямком армування. Припускаючи, що пучки поздовжньої арматури рівномірно розподілені в псевдоматриці, властивості якої визначаються характеристиками обмотувальної арматури, отримана крива повзучості при навантаженні вздовж осі виробу. Аналіз даних показав, що матеріали на основі спірально-армованих наповнювачів мають максимальну відносну деформацію при тривалому розтягуванні на 27...35% нижче значень деформацій для односпрямованих матеріалів.

З огляду на умови установки і кріplення анкерного кріplення, запропонована конструкція анкерного стержня, що дозволяє забезпечити необхідний рівень тривалих навантажень. Технологічно вона є не трудомістка та економічна.

Список посилань

1. Пилипенко В. Н. Технология непрерывного формования композитных профильных элементов конструкций летательных аппаратов: дис. ... канд. тех. наук: 05.07.04 / Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский Авиационный Институт». Харків, 2000. 184 с.
2. Пилипенко В. Н. Основные проблемы использования термопластичных матриц для армированных материалов. Збірник наукових праць Східноукраїнського державного університету Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні. Луганськ, 1998. С. 168-174.

УДК 666.96

Гончар О.А., канд. техн. наук, доцент

Рудзей Д.Г.

Київський національний університет будівництва і архітектури, oagon@ukr.net

КОМПЛЕКСНА ПЕРЕРОБКА ФОСФОГІПСУ ЯК ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИННИ

Як випливає з назви, фосфогіпс - це сульфат кальцію, хімічний аналог природного гіпсового каменю, з якого виробляють гіпсові в'яжучі речовини. Здавалося б, самим раціональним способом утилізації фосфогіпсу, як відходу, є переробка його на гіпсову в'яжучу речовину, так само як з природної сировини [1-2]. Проте фосфогіпс представляє собою техногенний продукт, отриманий при кислотній переробці мінералів, що містять фосфати кальцію. У цих мінералах, крім цільових речовин, містяться домішки, багато з яких залишаються в складі фосфогіпсу. Оскільки вони є розчинними у воді і летючими, ці речовини можуть вимиватися дощовою водою і потрапляти у водоносні горизонти, а звідти - в продукти споживання.

Основними домішками, що містяться в фосфогіпсі, є фосфати і фториди, часто у формі вільних кислот - фосфорної і плавикової. Згідно з даними хімічного аналізу у відвальному фосфогіпсі може міститися більше 1% залишкових фосфатів і більше 0,5% - фторидів. У той же час ці мінерали також є природними колекторами рідкісних, рідкісноземельних і розсіяних елементів, які накопичуються в фосфогіпсі. Досить часто вміст таких елементів в фосфогіпсі достатній для їх промислового виділення.

Вихідний фосфогіпс може містити до 2,2 кг оксиду лантану, 4,4 кг оксиду церію і 1,6 кг оксиду неодиму. Всі вони відносяться до рідкоземельних елементів і користуються попитом на ринку. Особливо слід відзначити неодим, так як він має високу ринкову вартість (40 ... 50 USD за 1 кг оксиду) і міститься в фосфогіпсі в значній кількості (1,6 кг / т оксиду), що дає 65...80 USD на тонну фосфогіпсу. Аналіз отриманого концентрату показав наявність в ньому значної кількості елементів, що також мають високу ринкову вартість: ітрію, европія, гадолінію та інших РЗЕ.

В якості основних продуктів глибокої переробки виступатимуть: гіпсова в'яжуча речовина підвищеної або кальцит хімічно осаджений (наповнювач для фарб, пластмас, шпаклівок), а також концентрат рідкоземельних елементів. Крім того, при переробці кожної тони фосфогіпсу, за умови отримання в якості кінцевого продукту кальциту, буде споживатися 290...310 кг вуглекислого газу з димових газів, що істотно знизить його викиди, і дозволить отримувати бонуси згідно з процедурами Кіотського протоколу.

Отримані гіпсові в'яжучі речовини та осаджений кальцит можуть бути широко використані в будівництві, наприклад, в складі сухих будівельних сумішей і фарб, при виготовленні гіпсокартону, гіпсовых пазогребеневих плит тощо. А вилучені рідкоземельні елементи знайдуть широке застосування у відповідних галузях промисловості.

Список посилань

1. Гумницький Я. М., Малик Ю. О., Мальований М. С., Волікова Н. М. Комплексна переробка фосфорної сировини України // Хімічна промисловість України. № 1. К., 1998. С. 8—9.
2. Червяков Ю.М., Г'ятигорська Н.І., Супрун Л.А. Відвальний фосфогіпс як сировина при виготовленні будівельних матеріалів / Матеріали науково-практичного семінару "Гіпс, техногенний гіпс, вироби на основі гіпсу і їх використання в житловому будівництві". – К., 2004. – С. 52–59.

УДК 515.2

Барбаш М.І., ст. викладач

Національний університет «Чернігівська політехніка», m_barbash@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІМ-МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ ПРОЕКТНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

Впровадження ВІМ-проектування (Building Information Modeling) здешевлює процес розробки проектної документації і будівництва до 30%. В лютому цього року в Україні отримали офіційну підтримку технології та інструменти ВІМ-моделювання при розробці проектно-кошторисної документації об'єктів будівництва [1].

Тривимірні об'єкти, символічно показані на плані, мають всі необхідні параметри для автоматичного потрапляння в відомість інтерактивного каталогу (рис. 1). Впровадження бібліотечних об'єктів в розрахунки, саме наявність інтерактивних розрахунків скорочує час на перерахунок матеріалів проекту при внесенні змін в матеріали.

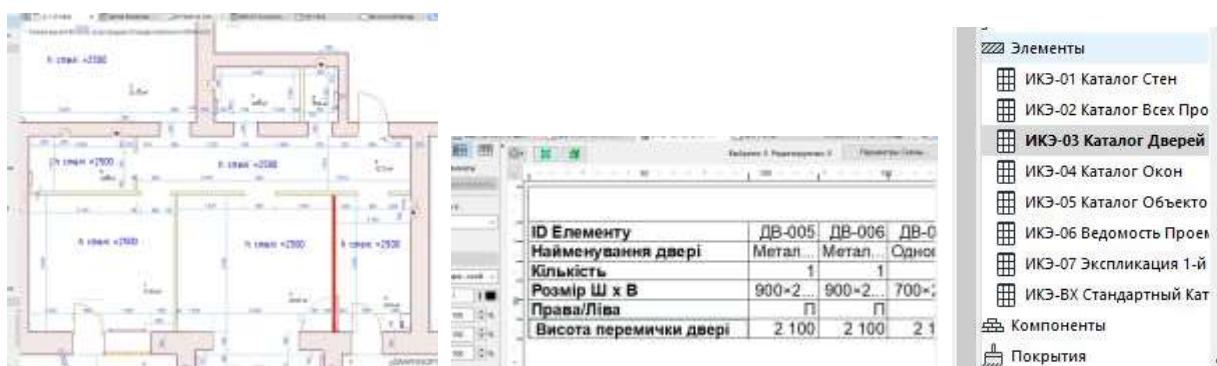


Рис. 1 – План перепланування та інтерактивні каталоги в Карті проєкту ArchiCAD

Відділення перегородок для можливого перепланування від капітальних стін обов'язкове з постійним контролем точок їх прив'язки та збереженням проектного нуля. Створення власної системи шарів та їх комбінація спрощує навігацію по моделі та доповнює або спрощує систему шарів при міграції по проєктах. Трасування інженерних систем (повітро-, трубопроводів та електрики) з застосуванням додатку MEP Modeler дозволяє координувати зазначені системи в ВІМ-моделях та виявляти колізії між елементами. Застосування технологій Building Information Modeling дає змогу не тільки полегшити виготовлення, прискорити монтаж конструкцій, а й прослідкувати ефективність інвестицій, акумулювати якісні та кількісні дані, що застосовуються у різних сферах за схемою Продукт – Процеси – Ресурси [2].

Для практикуючих дизайнерів це створює оптимальні умови щодо можливості завдання вартості, часу монтажу, ваги, щільноті та багатьох інших параметрів, автоматичного отримання планів поверхів, стелі, підлоги, освітлення, вимикачів, розеток, розгорток стін та візуалізації, за необхідності. Проте, найголовніше, що цю інформацію у будь-який момент можна вилучити у вигляді готових таблиць, експлікацій, відомостей та креслеників.

Список посилань

1. Розпорядження КМУ від 17 лютого 2021 року № 152-р «Про схвалення Концепції впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) в Україні та затвердження плану заходів з її реалізації» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/152-2021-%D1%80#Text>
2. Білик А. С., Беляєв М. А. ВІМ-моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні // Промислове будівництво та інженерні споруди. - 2015. - № 2. - С. 9-15. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pbis_2015_2_4

УДК 528.721

Бойко О.Л., ст.викладач

Національний авіаційний університет, м. Київ, boyko_lena@ukr.net

Крячок С.Д., канд. техн. наук

Національний університет «Чернігівська політехніка», geodesist2015@gmail.com

Прусов Д.Е., докт. техн. наук

Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, d.e.prusov@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЛІДАРНОЇ ЗЙОМКИ ТЕРИТОРІЇ АЕРОПОРТУ

Розвиток технологій лідарного сканування (LiDAR) за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) порівняно новий напрямок в наукових дослідженнях і в сферах застосування. LiDAR (Light Induced, Detection and Ranging) – це технологія отримання та обробки інформації про віддалені об'єкти за допомогою активних оптических систем, які встановлені на рухомих носіях (автомобілях, залізничних платформах, БПЛА, літаку та ін.). Нині ринок пропонує великий спектр обладнання для лазерного сканування в залежності від території знімання, її доступності, необхідної точності та напрямів подальшого застосування отриманих даних [1].

Сьогодні активно розвивається використання технології LiDAR для управління об'єктами транспортної інфраструктури, оскільки дає можливість відображення всіх найдрібніших деталей інфраструктури і навколошнього середовища. Аеропорти світу активно впроваджують методи лазерного сканування для вирішення питань планування території, будівництва об'єктів інфраструктури, реконструкції та експлуатації, наповнення баз даних геопросторовою інформацією, обстеження фасадів терміналів та їх приміщень, злітно-посадкових смуг, руліжних доріжок, для роботи з оцінкою рівності бетонного покриття злітно-посадкових смуг, контроль якості виконаних робіт по його укладці [2].

Хмари точок, вироблені безпілотними літальними апаратами технологією LiDAR можуть бути використані для створення цифрової моделі рельєфу (DTM), цифрової моделі поверхні (DSM), цифрової моделі місцевості (DEM) та BIM-моделей (Building Information Modeling). На рис.1 наведено приклад хмари точок злітно-посадкової смуги аеропорту, отриманої з БПЛА для вирішення питань моніторингу стану поверхні і аналізу наявних дефектів.

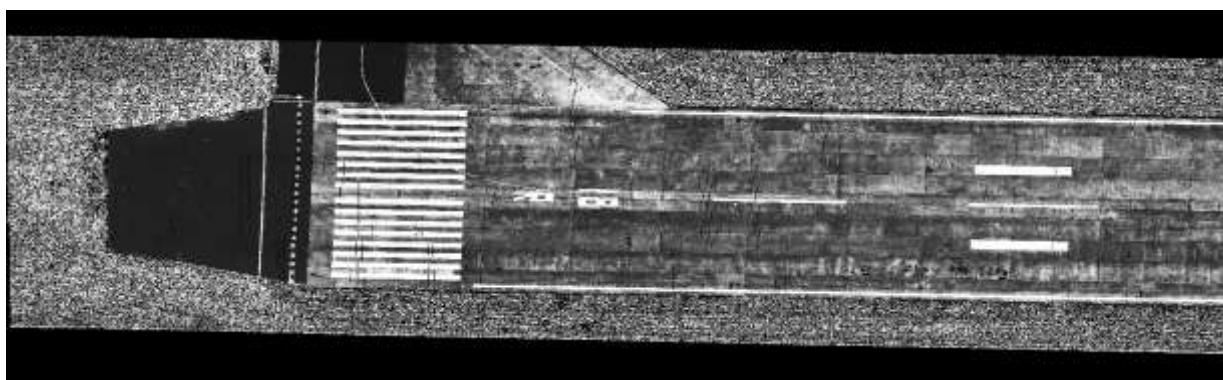


Рис.1 - Хмара точок злітно-посадкової смуги аеропорту, отриманої з БПЛА.

Застосування БПЛА в цивільній сфері в даний час знаходиться в очікуванні вирішення деяких технічних і організаційних проблем, без чого неможливе стабільне їх використання. Основні проблеми пов'язані з використанням повітряного простору, виділенням частотного діапазону для управління БПЛА і передачі інформації з борту на землю і навпаки і, нарешті,

з розвитком ринку цивільних послуг, який знаходиться у стадії становлення. Деякі з поставлених цивільним сектором ринку завдань застосування БПЛА є такі, які найближчим часом можуть стати більш затребуваними. Це, насамперед, контрольні функції безпілотних систем, за допомогою яких можна контролювати як технічний стан об'єктів, так і їх безпеку і функціонування, притому, що контролювані об'єкти можуть знаходитися на великому відаленні (протяжні об'єкти).

Для проведення лідарного сканування в Україні наразі часто використовуються БПЛА мультикоптерного типу з обладнанням до них фірми DJI Matrice, вантажопідйомність яких розрахована на розміщення на них скануючого обладнання [3].

БПЛА Matrice 300 має наступні характеристики [4]: максимальний час польоту – 55 хвилин; максимальна злітна вага – 9 кг; максимальне корисне навантаження – 2,72 кг; точність утримання на вертикальній осі – ± 10 см, на горизонтальній – ± 10 см; швидкість польоту складає 60 – 80 км/год., Камера Livox LiDAR, дозволяє вимірювати відстані до 450 м, точність вимірювання відстані складає 2 см, точність визначення кутових координат дорівнює 0,1 кутового градуса. Довжина хвилі лазерного випромінювання – 905 нм, вага камери – 0,5 кг, сектор огляду – 70°, швидкість сканування – 240000 точок за секунду [3, 5].

Технологія лазерного сканування з БПЛА знайшла застосування завдяки цілому ряду переваг над іншими методами вимірювань, а саме:

- можливістю виконання робіт за будь-якого освітлення місцевості;
- визначенням «мертвих зон» на стадії виробництва польових робіт, завдяки тривимірній візуалізації в режимі реального часу;
- використання отриманих результатів сканування для різних потреб;
- високою деталізацією;
- безпекою під час знімання небезпечних та важкодоступних районів;
- здатністю проникнення променів через густу рослинність.

Подальший розвиток БПЛА будь-яких категорій спрямований на удосконалення комплексу бортового обладнання шляхом впровадження принципів високоінтегрованої конструкції, універсальності та модульності побудови; конструкції двигуна; засобів навігації та зв'язку; матеріалів, які застосовуються при виготовленні елементів конструкції. Також однією з основних вимог є вимога універсальності, модульності і взаємозамінності БПЛА (у першу чергу в частині цільового навантаження й інформаційних датчиків).

З урахуванням нових умов землекористування та розвитку територій, з трансформацією сучасних об'єктів транспортної інфраструктури на основі використання новітніх цифрових технологій лідарного сканування за допомогою безпілотних літальних апаратів, також виняткове значення здобуває науково-технічне обґрунтування основних етапів процесу сучасного територіального розвитку, дієвість і ступінь реалізації містобудівних рішень на основі створення та розвитку ефективних методів як основи проектно-планувальних робіт з метою підвищення якості їх розробки й обґрунтованості прийнятих рішень.

Список посилань

1. Люльчик В.О., Русіна Н.Г., Петрова О.М. Лідари: сучасні технології у сфері геодезії та землеустрою / Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: технічні науки, Том 30 (69), Ч. 2, № 6, 2019, с.215-22, DOI: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-2/37>
2. Бойко О.Л. Дослідження технологій збору геопросторових даних території аеропорту методами лазерного сканування / BMC-2019 – International Scientific-Practical Conference of young scientists «Build-Master-Class-2019», 27-29 листопада 2019 р.: тези доп. – Київ, 2019.-C.55-58;
3. <https://www.yellowscan-lidar.com/lidar-solutions/>;
4. <https://photowebexpo.ru/news/dji-anonsirovala-dron-matrice-300-rtk>;
5. <https://www.skymec.ru/product/enterprise-playloads/lidar/livox-horizon/>.

УДК 528.721

Бойко О.Л., ст.викладач

Національний авіаційний університет, м. Київ, boyko_lena@ukr.net

Галайда А.В., голова ГО

ГО «Всеукраїнська аеро-геодезична асоціація», galaydaav@gmail.com

Чудовська В.А., канд.екон.наук

Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, chudovskaja@i.ua

ВИКОРИСТАННЯ БПЛА ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ОЦІНКИ СТАНУ ВОДООХОРОННИХ ТЕРИТОРІЙ

У сучасних умовах, коли людина все активніше втручається в природні процеси, раціональне використання та охорона земель, оцінка їх стану є однією з найголовніших та найактуальніших проблем.

Для створення сприятливого режиму водних об'єктів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, знищення навколоводних рослин і тварин, а також для зменшення коливань стоку вздовж річок, морів та навколо озер, водосховищ і інших водойм встановлюються водоохоронні зони. До складу водоохоронних зон обов'язково входять заплава річки, перша надзаплавна тераса, бровки і круті схили берегів, а також прилеглі балки та яри [1].

Розміри водоохоронних зон і ведення діяльності на них визначаються відповідно до Постанови КМУ від 8 травня 1996 р. № 486 «Про затвердження порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них» з внесеними змінами та доповненнями. Останні зміни були прийняті Постановою КМ України від 21.04.2021 року і набувають чинності 24.07.2021 року [1].

Інформація про гідрометеорологічний режим, стан змін навколошнього водного та прибережного середовища має життєво важливе значення для населення прилеглих територій та складає необхідну основу для вирішення актуальних завдань вивчення природних і техногенних процесів, стану та функціонування екологічних систем і біологічних співтовариств. Своєчасне й ефективне забезпечення даними та інформацією про стан природного середовища є однією з найважливіших умов виконання робіт з природоохоронного планування та ухвалення рішень. [2].

Великої популярності за останні роки в сфері оцінки стану водоохоронних територій набуло використання технології безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Перш за все тому що використання БПЛА дозволяють скоротити час виконання робіт, отримувати якісні данні швидко, в режимі реального часу і з великою детальністю (роздільна здатність від 2 см на піксель), а також отримувати дані на території з незручним доступом.

Сьогодні широко використовуються невеликі та легкі БПЛА, які завдяки встановленому на них обладнанню можуть досліджувати природні та міські ландшафти, створюючи одиничні фотознімки, стереопари або хмару точок. Широкі можливості використання БПЛА та різноманіття отриманих даних позитивним чином позначається на якості і оперативності прийняття рішень при оцінці стану водоохоронних територій [3].

Задачами оцінки стану водоохоронних територій є [4].:

- виявлення небезпечних та антропогенних процесів, рівень екологічної безпеки;
- якість як земельних, так і водних ресурсів;
- дотримання нормативних вимог (обмежень) землекористування;
- втрат земель та сільськогосподарського виробництва;
- положення берегової лінії;
- рівень ґрутових вод;
- підтоплення, затоплення земель;

- оцінка стану русла та рівень абразії берегових схилів;
- оцінка стану гідротехнічних споруд.

В даному дослідженні проводилась оцінка стану території водозабірної станції на р. Бистриця Надвірнянська біля села Березівка Івано-Франківської області за допомогою аерозйомки з БПЛА. Матеріали аерозйомки отримані БПЛА літакового типу FLIRT CETUS компанії ABRIS, який призначений для високоточного повітряного картографування великих територій та отримання ортофотопланів в масштабі 1:2000, рис.1. БПЛА розроблені компанією ABRIS Design Group в співпраці з науковцями Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка» та виробничиками групи компаній Кайлас з метою проведення аерознімання для топографічних цілей з необхідною точністю [5].



Технічні характеристики	
Час польоту	до 120 хв
Крейсерська швидкість, км/год.	65 ... 80
Фотокамера	Sony A7R4 (60Mp)
GPS приймач	Геодезичний (L1/L2)
Стабілізаційна платформа	2-х осьова крен, розворот
Грузопідйомність	1,5 кг
Валіт/посадка	Кітапульта/Парашут, фюзеляж
Повна маса	7,7 кг
Максимальна відстань роботи телеметрії	До 20км

Рис. 1 – Технічні характеристики БПЛА FLIRT CETUS компанії ABRIS

Дослідження викликано проблемою природного руйнування дамби на р. Бистриця Надвірнянська, яка розділяє територію водозабірної станції КП «Івано-Франківськводоекотехпром» та водойми, які належать КСП «Хотимирсько-Березівський рибгосп». Протягом багатьох років дамба зазнає сильних природних руйнацій, особливо в місці повороту русла річки. За останній рік такі руйнації привели до того, що ширина дамби зменшилась вдвічі і після ще одного паводку є загроза її повного зненення. Під час повені русло Бистриці Надвірнянської в цьому місці нагадує знаменитий Ніагарський водоспад і стрімка течія зруйнувала частину дамби біля водозабірної станції, рис.2.



Рис.2 – Річка Бистриця Надвірнянська під час повені та руйнування дамби

В разі прориву дамби є загроза зміни русла річки, а значній території між селами Черніїв та Березівка Івано-Франківської міської територіальної громади загрожує підтоплення та затоплення очисних споруд, водойм що використовуються для ведення рибного господарства та будинків в Чернієві, а місто Івано-Франківськ ризикує залишитись без питної води.

Для того, щоб вжити невідкладних заходів щодо попередження аварійної ситуації і оцінки стану дамби та території водозабірної станції, наряду з технічним обстеженням

дамби, доцільним є проведення аналізу стану та періодичного моніторингу по аерознімками з БПЛА високої роздільної здатності. Аерофотознімки з БПЛА FLIRT CETUS зроблені з висоти 250 метрів і мають роздільну здатність 3 см на піксель, рис.3.



а)

б)

Рис.3 – Територія водозабірної станції біля села Березівка Івано-Франківської області на річці Бистриця Надвірнянська: 1 – фотографія дамби; 2 – знімок території водозабірної станції з БПЛА FLIRT CETUS.

Отримані аерознімки високої роздільної здатності дають можливість зробити комплексну оцінку стану території, ступінь руйнування дамби та можливі наслідки. Ортофотоплани, отримані за результатами аерозйомки служать планово-картографічною основою для розробки проекту реконструкції існуючої дамби або будівництва нової.

Список посилань

1. Постанова КМУ «Про внесення змін до Порядку визначення розмірів і меж водоохоронних зон та режиму ведення господарської діяльності в них» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-2021-%D0%BF#Text>;
2. Шелковська І.М. Сучасна система геоінформаційного моніторингу земель прибережних територій водосховищ / Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Випуск 1/2015 (90). Частина 1, с.150-155;
3. Белоусова Н.В., Бойко О.Л. Використання БПЛА для проведення земельно-кадастрових робіт/Геодезія, картографія, землеустрій, кадастр: наукові дослідження та практичні вишукування: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтер.-конф. (м. Умань, 27 квітня 2020 р.). Умань, 2020. 72 с., с. 43-44;
4. Методика упорядкування водоохоронних зон річок України / Державний комітет України по водному господарству ; Український НДІ водогосподарсько-екологічних проблем (УНДІВЕП) / А.В. Яцик (розроб.). – К.: Орієнти, 2004. – 125 с.
5. Глотов В.М., Гуніна А.В., Колесніченко В., Прохорчук О., Юрків М. І. Розробка та дослідження БПЛА для аерознімання / Міжвідомчий науково-технічний збірник «Геодезія, картографія і аерофотознімання», Випуск 87, Номер 87, 2018; с. 48-57, <https://doi.org/10.23939/istcgcap2018.01.048>

СЕКЦІЯ 7

РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ. ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 543.3:620.91(075.8):621.314:630*3

Мачуга О. С., докт. техн. наук, доцент

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, oleg_mach@ukr.net

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛІСОЗАГОТІВЛІ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИННИ ТА ГІДРОРЕСУРСІВ В ЯКОСТІ ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Технологічні процеси лісозаготівлі поєднують зрізання дерев, їх первинне оброблення в умовах лісосіки та транспортування стовбурної деревини чи сортиментів лісовозними дорогами. Виконання вказаних вище процесів потребує відповідної витрати механічної енергії, джерелом якої є електродвигуни та двигуни внутрішнього згорання, які в свою чергу споживають відповідні енергетичні ресурси – рідкі палива та електричну енергію. Енергоємність (корисна) одиниці заготовленої деревинної продукції за даними [1] може складати $K_E = 22 - 36 \text{ Квт} \cdot \text{год}/\text{мкуб}$.

В історичному аспекті енергетичні чинники заготівлі деревини це – м'язева сила людей та тварин, а головне – гідроенергія, накопичена у розгалужений системі лісосплавних гідросистем [2], а також – енергія відходів деревини. Такі енергетичні чинники успішно використовувались у водяних та парових лісопильнях, паровозах розгалуженої системи вузькоколійних залізниць [3] тощо. Відповідно енергетичний складник вартості заготовленої деревини був порівняно невеликим, оскільки головним енергетичним ресурсом була енергія поновлюваних джерел – енергія відходів заготівлі деревини та енергія річкових потоків.

Для сучасних умов складено [1] оцінювання енергетичної цінності деревинних відходів унаслідок її заготівлі: $K_E = 7,8 \div 10,9 \cdot 10^6 \text{ кДж}/\text{мкуб}$, що вказує на значне перевищення енергетичних ресурсів відходів над енергетичними потребами для технології лісозаготівлі (див. показник у кінці першого абзацу даного викладу). Використання таких поновлюваних ресурсів у значній мірі сприятиме раціоналізації природокористування стосовно лісового господарювання, зменшенню теплових викидів, пов'язаних із спалюванням накопичених запасів викопних палив, покращенню балансу парникових газів та дотримання зasad сталого розвитку.

Спосіб реалізації енергозабезпечення процесів лісозаготівлі може реалізуватись наступним чином. Запропоновано застосовувати теплогідрравлічну енергетичну установку для енергозабезпечення процесів лісозаготівлі, транспортування та первинного перероблення деревини з використанням відновних джерел Особливістю установки є можливість інтегрованого використання енергій різномірних відновних джерел – енергії річкового потоку та енергії, акумульованої у відходах лісозаготівлі й первинного перероблення деревини. Інтегрування та акумулювання енергії пропонується шляхом подачі стисненого повітря у накопичувач – ресивер відповідними компресорними установками. Принципова схема установки подана на рисунку 1.

Гідротурбіна ГТ обертається потоком річкової води з напором Н, механічний рух гідротурбіни передається на редуктор РД, який узгоджує кутову швидкість обертання гідротурбіни та кутову швидкість валу компресора К₁. Він подає стиснене повітря у ресивер Р через зворотній клапан ЗК₁.

Подрібнювач П, який приводиться до руху пневмодвигуном, що живиться від ресивера Р, подрібнює гілки чи інші відходи лісозаготівлі та дозовано подає їх у твердопаливний

котел ТК відповідної теплової потужності з електронним регулюванням тяги та давачем тиску Д. Збільшення тиску у ресивері понад допустиме значення призводить до зменшення тяги в котлі, що зумовлює припинення горіння подрібнених дров та зменшення виробництва тепла.

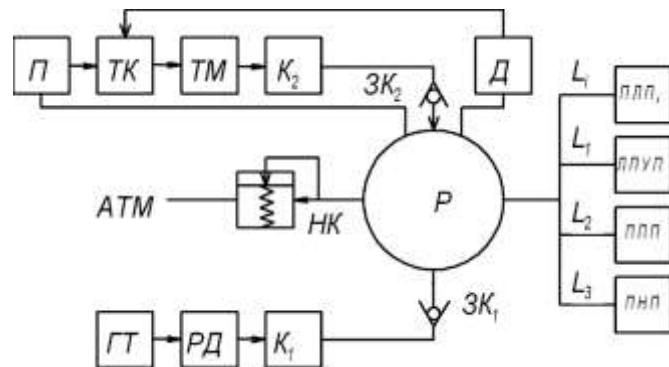


Рис. 1 – Принципова схема енергетичної установки

Передбачається блокування топки котла з нагрівальним елементом теплової машини, зокрема – двигуна Стрілінга, яка перетворює теплову енергію в обертовий рух відповідної потужності. Теплова машина приводить в рух компресор К2, який поповнює запас стисненого повітря в ресивері Р. Зворотній клапан ЗК2 призначений для запобігання втрат стисненого повітря під час зупинки теплової машини, яка програмується давачем Д.

Регулювання тиску у ресивері Р відбувається за посередництвом напірного клапану НК, який стравлює надлишковий тиск у ресивері у атмосферу ATM, коли він досягає аварійної величини. Такий стан може виникнути під час зупинки теплової машини ТМ, за випадку продовження роботи компресора К1, коли його потужність більша за сумарну потужність відповідного пневмоінструменту та пневмоприводів.

Ресивер одночасно служить акумулятором та інтегратором різновідніх енергій. Механічний еквівалент енергії – механічна робота – витрачається на приведення до руху пневмодвигунів ланцюгових пил – ПЛП, кількість яких визначається планом лісозаготівлі. Крім цього енергія стисненого повітря може приходити до руху привідні вали лінвових підвісних установок з пневмодвигунами – ЛПУП, механізмів первинного перероблення деревини з пневмоприводами ППП, лісопильних рам та іншого обладнання, а також пристрій та обладнання для навантажувально – розвантажувальних робіт з пневмоприводом ПНП.

Пропонована установка може легко компонуватись із стандартних малогабаритних механізмів. Унаслідок невеликої ваги, установка може розміщуватись на лісовозних автомобілях, трелювальній техніці або спеціально обладнаної техніки на базі міні-тракторів типу «Прикарпатець» або подібного за конструкцією міні-дампера на базі УД-2 для доставки її на лісосіку. В умовах лісопереробних підприємств така установка може бути стаціонарною. Наведено детальні дані щодо обладнання окремих виробників тракторів, гідротурбін та двигуна Стрілінга, які можливо використовувати в інтегрованих схемах відбору та використання енергії відновних джерел для технологічних потреб лісового господарства.

Список посилань

1. Мачуга О. С. Розвиток наукових зasad енергетичного підходу в розв'язуванні проблем взаємодії машин із робочим середовищем : автореф. дис. ...докт. техн. наук. : 05.05.04; Національний лісотехнічний університет України. Львів: ФОП Кепещук П. М., 2019. 48 с.
2. Библюк, Н. І. Лісотранспортні засоби: Теорія: Підручник. / Н. І. Библюк. Львів: Видавничий дім «Панорама», 2004. 453 с.
3. Wendelin W. Karpatendampf: Band 1. Schmalspurbahnen in Ostgalizien. Lemberg: Verlagshaus AFISHA, 2002. 236 p.

УДК 621.577(075.8)

Єщенко О.І., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського,
doc44ent@gmail.com

РОЗРОБКА ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ

Широкомасштабне використання теплових насосів є стрижнем енергозберігаючої політики багатьох країн ЄС, Північної Америки, Азії. Стабільно збільшується кількість впроваджених теплових насосів у системах тепlopостачання односімейних і багатоквартирних житлових будинків, адміністративних і промислових будівель, в технологічних процесах промисловості і сільського господарства. Це сприяє успішному вирішенню проблем економічного (зниження застосування органічного палива), екологічного (зниження забруднення навколишнього середовища) та соціального (зниження тарифів на комунальні послуги) характеру.

В методичному плані алгоритм розробки інженерних рішень щодо застосування теплонасосної установки (ТНУ) для покриття потреб з теплової енергії для систем опалення (СО) та гарячого водопостачання (ГВП) може бути таким:

1. Розробка та обґрунтування схеми СО, ГВП, СО + ГВП з використанням ТНУ. Зокрема визначається який варіант теплогенерування обирається (моновалентний, бівалентний). Якщо бівалентний, то необхідно визначитись з типом другого теплогенератора (геліосистема, електробойлер, котел та його енергоресурс).
2. Виконати розрахунок теплового навантаження на СО, ГВП за існуючою нормативною базою. Визначиться з графіком навантаження (дobbyй, тижневий, місячний).
3. Визначення та аналіз техніко-економічних показників ТНУ. На даному етапі необхідно:
 - обрати тип ТНУ за джерелом низькопотенційного тепла (повітря, ґрунт і т. д.) та величини теплового навантаження; опрацювати графік видачі теплової потужності залежно від режиму роботи (моновалентний, бівалентний), зовнішньої температури (якщо насос «повітря-вода»);
 - розрахувати зведені показники виробництва тепла за місяць, сезон, рік;
 - виконати аналіз значень СОР при експлуатації;
 - розрахувати витрати електричної енергії.
4. Вибір та розрахунок параметрів супутнього устаткування згідно розробленої схеми тепlopостачання (п.1). Зокрема це стосується насамперед:
 - бак-акумулятор;
 - теплообмінник зовнішній, якщо передбачений схемою;
 - циркуляційні насоси.
5. Вибір та аналіз характеристик допоміжного теплогенератора (за п.1)
6. Розробка питань з автоматизації для забезпечення моніторингу контролю та управління енергопостачанням.
7. За результатами розробки інженерних рішень розраховують основні економічні показники інноваційного проекту (інвестиційні витрати, експлуатаційні витрати, термін окупності, IRR, NPV і т.д.).

В підтвердження важливості п.1 запропонованого алгоритма на рис.1 наведений графік потужності ТН залежно від зовнішньої температури при варіантах схемних рішень: моновалентний і бівалентний

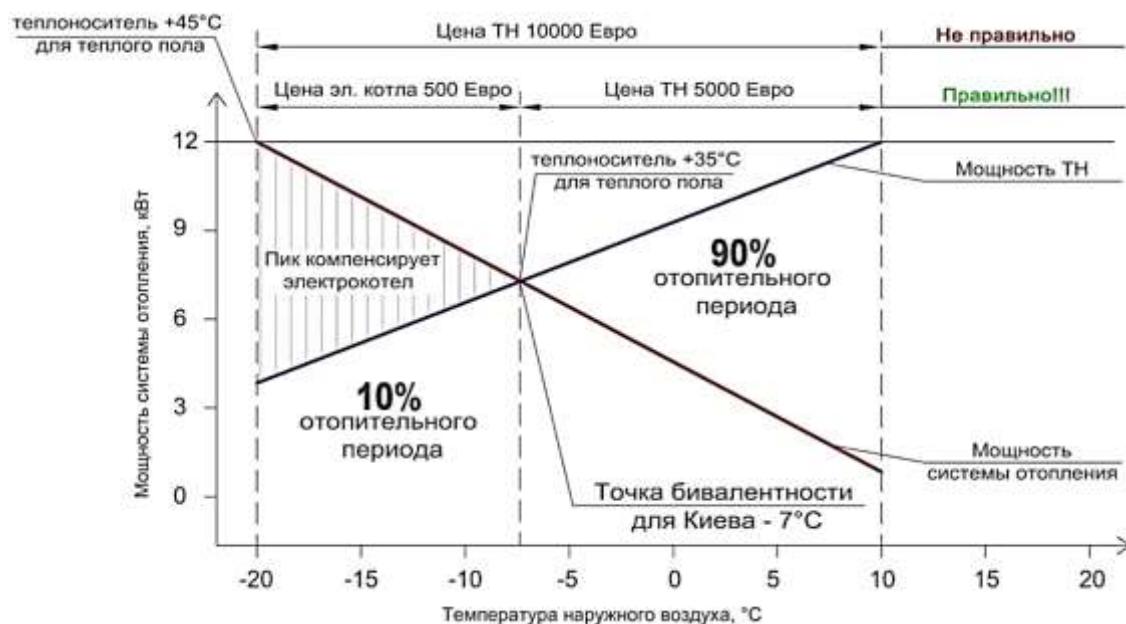


Рис.1 – Залежність потужності ТНУ від зовнішньої температури

Висновки:

1. На сьогоднішній день немає ніяких сумнівів в тому, що існуючі способи опалення житла жителів України необхідно перебудовувати. Енергоносії дешевшати не будуть, отже, наголос необхідно робити на максимальне використання енергозберігаючих технологій на основі відновлювальних джерел енергії. Вже на стадії проектування будинку необхідно уявляти собі, яким чином він буде обігріватися та отримувати гарячу воду. Одним з перспективних напрямків для систем опалення будинку та ГВП є використання теплових насосів. Причому, найбільш перспективним представляється використання теплових насосів типу "повітря-вода", що підтверджується численними реалізованими проектами.

2. Вартість установки теплового насоса типу "повітря-вода" набагато нижче вартості монтажу геотермального теплового насоса. Це обумовлено тим, що немає необхідності бурити десятки свердловин або рити траншеї для укладання колекторів. Як правило вартість установки геотермального теплового насоса перевищує вартість самого насоса. Установка теплового насоса повітря-вода передбачає установку зовнішнього блоку на вулиці і внутрішнього блоку всередині приміщення. До зовнішнього блоку підводять електроенергію. Внутрішній блок з'єднують з системою опалення і гарячого водопостачання. На цьому монтажні роботи закінчуються.

3. Теплові насоси є надзвичайно надійним обладнанням. Це обумовлено тим фактом, що всі процеси відбуваються всередині герметичного замкнутого контуру, який попередньо вакуумують. Замкнутий контур ТНУ повітря-вода зроблений з міді, яка не втрачає своїх експлуатаційних властивостей з часом. Деталі й вузли ТНУ не склонні до впливу процесів горіння, як у випадку з газовим або твердопаливним котлом і не контактиють із зовнішнім середовищем і теплоносієм системи опалення.

4. Тепловий насос є повністю вибухо- і пожежобезпечним обладнанням. При роботі теплового насоса немає відкритого полум'я або димовиділення. Всі процеси відбуваються в замкнутому герметичному контурі.

Список посилань

1. Безродний М.К. Теплові насоси та їх використання [Текст]: навч. посіб. / М.К. Безродний, І.І. Пуховий, Д.С. Кутра. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 311с.
2. Титко Р. Відновлювальні джерела енергії: Посібник./ Р. Титко, В. Каліниченко. – Видавництво OWG Варшава, 2010. – 533 с.

УДК 622.276.054:004.942

Копей В.Б., докт. техн. наук, доцент

Легедза І.М., студент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, vkorerey@gmail.com

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДОВЖИНОЮ ХОДУ ПЛУНЖЕРА СВЕРДЛОВИННОГО ШТАНГОВОГО НАСОСА ШЛЯХОМ ЗМІНИ ДОРЕЗОНАНСНОЇ ЧАСТОТИ ПРИВОДУ

Видобування нафти за допомогою штангових свердловинних насосних установок (ШСНУ) є одним з найбільш розповсюджених в Україні та світі. Відомо, що підвищити ефективність ШСНУ можна шляхом збільшення амплітуди переміщення плунжера завдяки збільшенню частоти подвійних ходів штангової колони до білярезонансної частоти [1]. Суттєве збільшення переміщення досягається тільки під час застосування комбінованої колони, яка містить сталеві штанги та нежорсткі полімерні (склопластикові або вуглепластикові) штанги [1, 2]. Збільшення частоти супроводжується збільшенням навантаження на колону. Тому значення частоти повинно бути обмежене максимально допустимим навантаженням $F_{\text{доп}}$ у верхній частині колони [2]. Максимальні навантаження, які діють на колону не є постійними та можуть змінюватись внаслідок таких чинників як парафіноутворення, зношування або заїдання плунжера, наявність піску тощо. Крім того робота в білярезонансному режимі небезпечна поступовим збільшенням амплітуди навантажень, що залежить від сил демпфування, які важко визначити. Отже для експлуатації ШСНУ з дорезонансними частотами необхідно застосовувати систему автоматичного керування.

В роботі розроблено спрощену модель ШСНУ з системою автоматичного керування, яка містить сенсор максимального (упродовж циклу) навантаження F_{max} у верхній частині колони та ПД-регулятор, що змінює частоту приводу ω з метою досягнення рівності $F_{\text{max}}=F_{\text{доп}}$, відповідно, збільшення ходу плунжера.

Модель ШСНУ розроблена в середовищі OpenModelica 1.16.2 (рис. 1). Колона довжиною 1500 м складається зі склопластикових (50%) та сталевих (50%) насосних штанг діаметром 19 мм. Довжина ходу точки підвіски – 3 м, діаметр плунжера – 38 мм. Спрощена модель ШСНУ складається з компонентів: springDamper – лінійні 1-D пружина і демпфер, що моделюють пружно-демпферні властивості колони; mass – маса з поступальним переміщенням, що моделює інерцію колони; constantForce – поступальна постійна сила, що моделює вагу колони; speedSensor – сенсор абсолютної швидкості для моделювання ваги рідини під час ходу вверх; greaterTreshold – генерує сигнал, який рівний логічному *True*, якщо вхідний сигнал більше нуля; booleanToReal – конвертує логічний сигнал в дійсний; gain – добуток вхідного сигналу і константи, яка рівна вазі рідини; gain1 – добуток вхідного сигналу і константи, який використовується разом з компонентом tanh для згладжування сигналу під час зміни знаку швидкості плунжера; product – добуток двох вхідних сигналів; force – поступальна сила за вхідним сигналом.

Модель приводу складається з компонентів: clock – генератор сигналу *time* (змінна часу); sin – повертає значення синуса кута; gain2 – множення на значення амплітуди переміщення полірованого штока; position – поступальне переміщення штока за заданим сигналом. Регулятор містить: forceSensor – сенсор сили на штоку F (рис. 2); positionSensor – сенсор переміщення штока; maxOverPeriod – розроблений авторами компонент, що повертає максимальне значення сили протягом одного періоду; filter – згладжує сигнал та передає ПД-регулятору як вимірюваний сигнал F_{max} ; pid – ПД-регулятор (пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятор з обмеженням вихідного сигналу), який отримує вхідний сигнал const з заданим значенням $F_{\text{доп}}$ та за сигналом помилки $\Delta=F_{\text{доп}}-F_{\text{max}}$ намагається забезпечити рівність $F_{\text{max}}=F_{\text{доп}}$ шляхом генерування сигналу кутової частоти приводу ω .

Сигнали частоти ω та $time$ перемножуються у блоці product, який формує вхідний сигнал для sin.

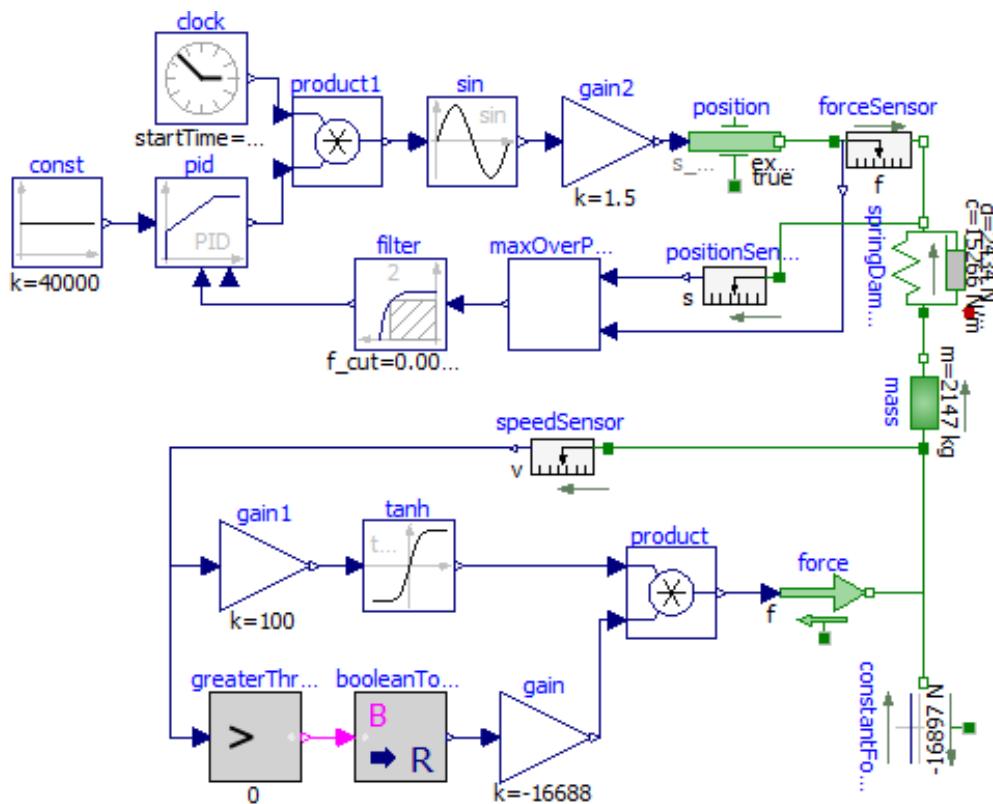


Рис. 1 – Модель ШСНУ з системою автоматичного керування

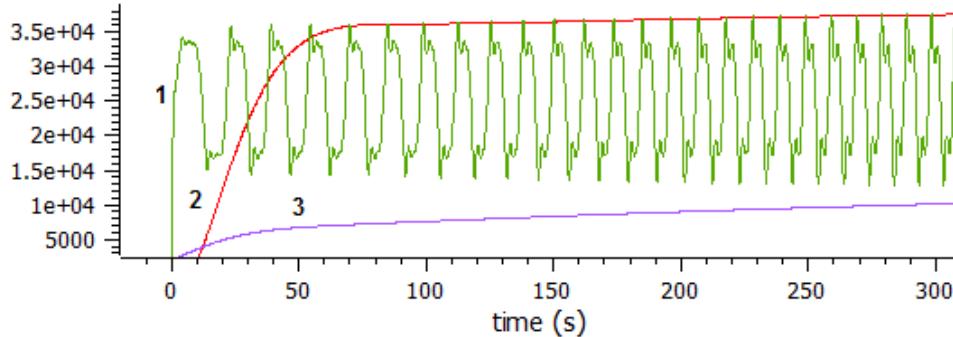


Рис. 2 – Результати симуляції:
1 - F (H), 2 - Fmax (H), 3 - ω ($5 \cdot 10^{-5}$ рад/с),

Результати симуляції (рис. 2) показують, що застосування таких систем може бути ефективним. Довжина ходу плунжера зростає на 25%. Модель може бути використана для проектування таких систем керування довжиною ходу плунжера та пошуку оптимальних значень параметрів регулятора, а також бути основою для побудови складніших моделей.

Список посилань

1. Олійник, А.П. Використання явища резонансу для комплектування колони насосних штанг / А.П. Олійник, Б.В. Копей, Ю.С. Зінченко, В.Б. Копей // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - №1 (38). - 2011. - С.69-75.
2. Копей, В.Б. Науково-методологічні основи автоматизованого проектування обладнання штангової свердловинної насосної установки [Текст]: у 2 ч. дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.12: захищена 20.11.20: затв. 09.02.21 / Копей Володимир Богданович. - Івано-Франківськ, 2020. - 683 с.

УДК 621.18.(075.8)

Епіфанов О.О., канд. техн. наук, доцент

Димо Б.В., канд. техн. наук, професор

Долганов Ю.А., канд. техн. наук

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова, dymobv@gmail.com

Анастасенко С.М. канд. техн. наук

Первомайська філія Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова, м. Первомайськ, ondi2008@ukr.net

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОХФАЗНИХ ЗАКРИТИХ ТЕРМОСИФОНІВ ДЛЯ ЕКОНОМАЙЗЕРІВ КОТЛІВ

Котельні агрегати малої потужності паропродуктивністю до 20 т/год типів ДЕ, КЕ, ДКВР обладнують чавунними економайзерами [1]. Такі економайзери відрізняються високою ціною, великою масою і габаритами. Наприклад, маса чавунного економайзера ЕП-2-236, які встановлюються за котельними агрегатами ДКВР-6,5-13 ГМ, становить 7660 кг. Економайзери збирають із оребрених труб, піддані значному забрудненню, а при використанні сірковмісних палив – низькотемпературної сірчистої корозії. Недоліком економайзерів є складність забезпечення газощільноті їх конструкції. У результаті цього присоси повітря в газохід часто перевищують 10 %, що знижує ефективність роботи котлів.

Перспективним рішенням для зниження масогабаритних і підвищення надійності котельних економайзерів може бути виконання їх поверхні нагріву з двофазних гравітаційних закритих термосифонів. Такий термосифон складається з вакуумованої герметичної труби, частково заповненою робочою рідинною (рис. 1) [2, 3].

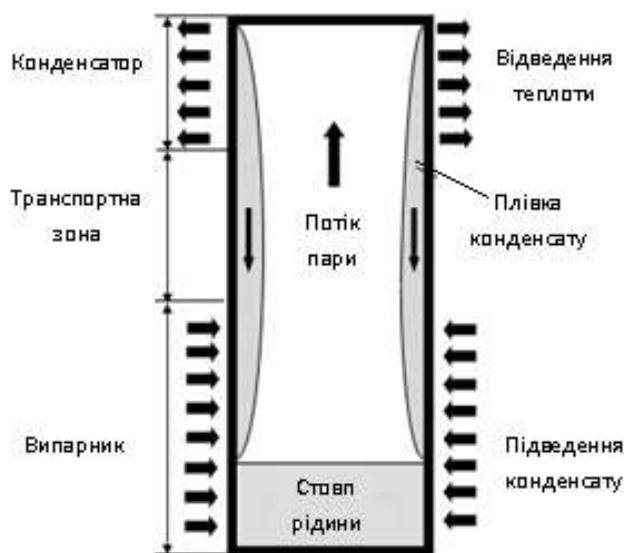


Рис. 1 – Двофазний гравітаційний закритий термосифон.

При підведенні теплоти до зони нагрівання (випарника) робоча рідина починає кипіти пара, що утворюється, рухається в зону конденсації (конденсатор), де конденсується на стінках, віддаючи теплоту фазового переходу холодному середовищу. Конденсат під дією гравітаційних (або інших масових сил) рухається у випарник. У транспортній зоні звичайно створюються адіабатні умови, тобто теплота не підводиться і не відводиться через стінки. Завдяки надійності роботи і високої теплової ефективності термосифони знаходять широке застосування для утилізації теплоти викидних газів печей і теплових двигунів, охолодження електродвигунів, трансформаторів і атомних реакторів, а також в сонячній енергетиці і системах охолодження електроніки.

Мета роботи – дослідження працездатності і теплової ефективності закритих двофазних гравітаційних термосифонів у режимних умовах, характерних для економайзерів котельних агрегатів малої потужності.

Дослідження теплової ефективності і робочих процесів у термосифоні виконано на експериментальному стенді.

Дослідження проводилися в режимних умовах роботи економайзерів котлових агрегатів малої потужності: температура живильної води після атмосферного деаератора 100 °C, а продуктів згоряння за котлами типів ДКВР і ДЕ (перед економайзерами), працюючими на мазуті, 290...310 °C на номінальному навантаженні [1]. Обігрів термосифона здійснювався повітрям.

При максимальній температурі води 97 °C і повітря 308 °C температура стінки термосифона перевищує точку роси як для сірчистого (112 °C), так і для високосірчаного мазуту (129 °C), що досить для запобігання низькотемпературної корозії. Тільки при мінімальній температурі повітря 192 °C температура стінки термосифона менше точки роси для високосірчаного мазуту.

Висновок.

1. Проведені візуальні дослідження процесу кипіння робочої рідини (води) усередині кварцового термосифона загальною довжиною 1.5 м (довжина випарника 1.0 м і конденсатора 0.5 м) в умовах електричного обігріву при ступені заповнення 20...40 %. Встановлено, що при тепловому навантаженні $q < 3 \text{ кВт /м}^2$ спостерігається безпульсаційний режим кипіння, а при більшому - пульсаційний.

2. Досліджена працездатність і теплова ефективність одиночного термосифона загальною довжиною 2.0 м і внутрішнім діаметром 0.028 м (довжина зони кипіння 1.5 м) у режимних умовах котлових економайзерів. Встановлено, що теплова потужність термосифона змінюється в діапазоні 350...990 Вт. При цьому обмежень теплопереносу не спостерігалося.

3. Показано, що температура стінки термосифона перевищує точку роси як для сірчистого, так і для високосірчаного мазуту, чого достатньо для запобігання низькотемпературної корозії.

4. Показано, що експериментальні значення коефіцієнтів тепловіддачі в зоні кипіння і конденсації добре узгоджуються з літературними даними.

Список посилань

1. Єпіфанов О. А. Тепловий розрахунок котельних агрегатів малої потужності [Текст]: навч. посіб. / О. А. Єпіфанов. – Миколаїв: НУК, 2004. – 152 с.
2. Faghri, A., 1995. Heat Pipe Science and Technology. Taylor and Francis, USA., ISBN: 1560323833.).
3. D. A. Reay and P. A. Kew, Heat pipes: Theory, design and applications. 2006.
4. Shiraishi, M., Kim, Y., Murakami, M. & Terdtoon, P. (1996). A correlation for the critical heat transfer rate in an ITPCT. Proc. of the 5th Int. Heat Pipe Symposium, pp. 248-254.
- 5.B. Jiao, L. M. Qiu, X. B. Zhang, and Y. Zhang, “Investigation on the effect of filling ratio on the steady-state heat transfer performance of a vertical two-phase closed thermosyphon,” Appl. Therm. Eng., vol. 28, no. 11–12, pp. 1417–1426, 2008.
6. El-Genk M.S. and Saber H.H. Determination of operation envelopes for closed two-phase thermosyphons. Int. J Heat Mass Transf. Vol. 42, no. 5, pp 889-903, 1999.
7. Gorbis, Z.R. and Savchenkov, G.A. Low Temperature two-phase closed thermosyphon Investigation, Proc. 2nd International Heat Pipe Conf., Bologna, Italy, pp. 37-45, 1976.
8. I.Khazaee, R. Hosseini, S.H. Noie. Experimental investigation of effective parameters and correlation of geyser boiling in a two-phase closed thermosyphon. Applied Thermal Engineering, vol. 30, no. 5, pp. 406–412, 2010. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/apthermeng.

УДК 621.941-229.3:531.133

Дешко В.І., докт. техн. наук, професор
Буяк Н.А, канд. техн. наук
Білоус І.Ю, канд. техн. наук, доцент
Горбатенко С. Д., студент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», korovaj.te@gmail.com

ВПЛИВ РІВНЯ ТЕПЛОВОГО ЗАХИСТУ НА ТЕПЛОВИЙ КОМФОРТ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ

Підвищення рівня енергоефективності громадських будівель і одночасне забезпечення високого рівня комфортиних умов є важливим завданням в умовах сталого розвитку. На прикладі корпусу № 17 «КПІ ім. І. Сікорського» покажемо як змінюються комфортині умови за рахунок підвищення термічного опору огорожень до сучасних вимог. Термічний опір огорожень відповідає вимогам 80-х років. Для оцінки зміни рівня комфорту обрано модель аудиторії розміщеної на Пн та Пд з двома зовнішніми стінами. Рівень теплового комфорту оцінюється на основі критерію PMV [1], який залежить від суб'єктивних та об'єктивних параметрів мікроклімату у приміщенні, в основі лежить енергетичний баланс між людським тілом та навколишнім середовищем. Метод визначення PMV (Predicted Mean Vote) передбачає зв'язок між оптимальними тепловими умовами, використовуючи рівняння теплового балансу для людського тіла для стаціонарних умов і рейтинг забезпечення теплового комфорту. Данна модель розроблена Фангером, а показник PMV обґрунттований на базі великої кількості експериментів, однак тут не прописаний механізм терморегуляції, що є суттєвим при розрахунку теплообміну людини.

Для оцінювання показників теплового комфорту суб'єктивні параметри комфортоності приймаються наступними: термічний опір одягу людини $I_{clo}=0.155 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$; активність людини (метаболізм) $M=70 \text{ Вт}/\text{м}^2$. Розрахунок показників теплового комфорту для змінної середньої радіаційної температури на протязі року до та після термомодернізації для Пн та Пд стіни здійснювався у Mathcad. Значення PMV для опалювального періоду представлено на рис. 1. Показано, що PMV змінюється від -0,8 до -0,4. Зміна термічного опору огорожень дозволяє підвищити PMV, а отже покращити тепловідчуття людини приблизно.

Отже можна зробити висновок, що категорія будівлі щодо забезпечення комфортиних умов для Пн та Пд орієнтації після проведення термомодернізації зміниться з четвертої на другу, що значно підвищить продуктивність праці студентів та персоналу.

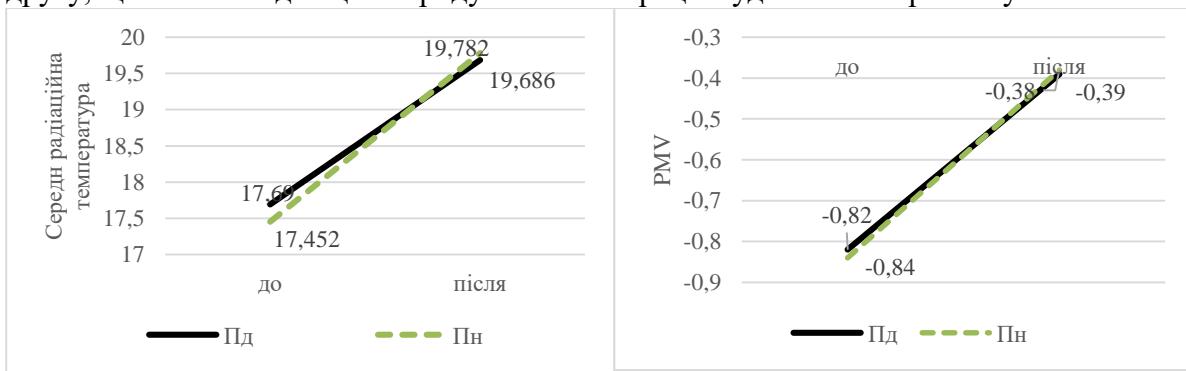


Рис. 1 – Зміна середньої радіаційної температури а) та PMV б) для приміщень з різною орієнтацією до та після термомодернізації

Список посилань

- ДСТУ Б ЕН ISO 7730: 2011. Ергономіка теплового середовища. Аналітичне визначення та інтерпретація теплового комфорту на основі розрахунків показників PMV і PPD і критеріїв локального теплового комфорту. Київ: Мінрегіон України, 2012. 74 с.

УДК 621.941-229.3:531.133

Дешко В.І., докт. техн. наук, професор

Сапунов А.П., аспірант

Буяк Н.А., канд. техн. наук

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», korovaj.te@gmail.com

СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ/ЕКСЕРГІЇ ПЕРВИННОГО ПАЛИВА СИСТЕМОЮ «ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОТИ – ОГОРОДЖЕННЯ БУДІВЛІ»

Питання енергоефективності будівлі є актуальним і важливим. У Європі, починаючи з кінця 2020 року, всі нові будівлі або ті, які підлягають термомодернізації повинні бути високо енергоефективними [1]. Ефективність використання теплової енергії в будівлях оцінюють за енергетичними показниками, які більшою мірою залежать від конструктивних параметрів огорожувальних конструкцій. В умовах розвитку і реалізації будівель з майже нульовим споживанням енергії (NZeB) важливими є показники, що характеризують споживання первинного палива. Що дає змогу порівняти будівлі, які споживають різні види первинного палива. Відповідний мікроклімат у будівлях з урахуванням сучасних технічних досягнень можна забезпечити різними джерелами теплоти, які, відповідно, використовують різні за якістю енергоносії. У цьому контексті для порівняння та вибору найкращої альтернативи доцільним є застосування ексергетичного аналізу. Ексерегетичний підхід дозволяє якісно оцінити потоки енергії від різних джерел теплоти і є новим інструментом для комплексного аналізу [2]. Застосування коефіцієнтів, що лежать в основі цього методу, поряд з іншими техніко-економічними показниками, дозволить розумно проектувати будинки, ефективно поєднуючи вибрану систему опалення із теплозахисними властивостями огорожувальних конструкцій. Із погляду ексергетичного аналізу, потреба на опалення будівель є потребою низької якості, для задоволення якої використовують енергоресурси високої якості та електричну енергію. Якісну оцінку енергетичних потоків у складній системі будівлі зроблено у праці D. Schmidt [3]. Такий аналіз виявив ланки системи, де деструкція ексергії – найвища. Проведений [4] аналіз потоків та втрат енергії та ексергії в різних компонентах системи «будівля – джерело опалення (теплова насосна установка – ТНУ)» засвідчує доцільність комплексного застосування енергетичного та ексергетичного аналізу.

Тому метою роботи є оцінки зміни потоків енергії та ексергії під час термомодернізації реальної будівлі з підвищеними вимогами до теплового комфорту, що дозволить комплексно приймати рішення. Об'єктом дослідження є дошкільний навчальний заклад, побудований у м. Одесса, площею 670 м², введений у експлуатацію у 1972 р. Фактичні дані щодо характеристик огорожень представлено у табл.1.

Таблиця 1 – Фактичні характеристики огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, (м ² ·К)/Вт		Площа А, м ²
	Існуюче приведене значення	Мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	3.19	2.8	484.7
Горищні перекриття неопалюваних горищ	2.89	4.5	342.1
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0.39	0.6	145.8
Зовнішні двері	0.48	0.5	11.9

Потоки ексергії розраховувалися на основі методики Shukuya M [2], рис.1 для таких варіантів: 1) по фактических показниках (опалення від власної газової котельні); 2) при збільшенні термічних характеристик огорожувальних конструкцій до мінімальних вимог; 3) замінена системи опалення на тепловий насос типу ґрунт-вода; 4) використання для опалення вакуумного сонячного колектора.

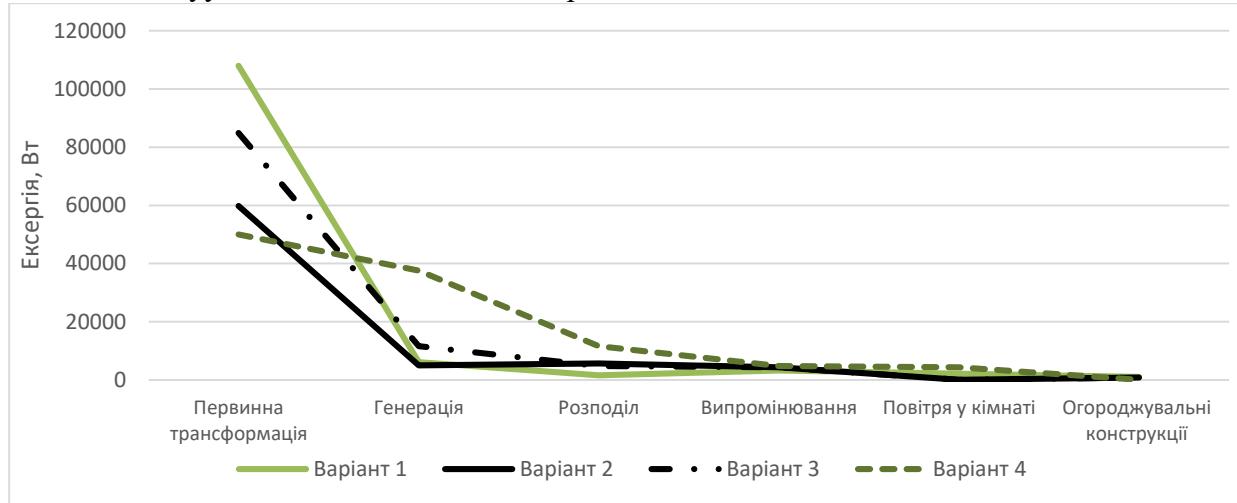


Рис. 1 – Потоки ексергії для моделі джерела теплоти – огороження будівлі: варіант 1 – фактичні параметри моделі; варіант 2 – при збільшенні термічних характеристик огорожувальних конструкцій до мінімальних вимог; варіант 3 – замінена системи опалення на тепловий насос типу ґрунт-вода; варіант 4 – використання для опалення вакуумного сонячного колектора.

У результаті досліджень встановлено, що споживання ексергії первинного палива зростає для наступним чином найнижче для системи з сонячним колектором, далі газовий котел із покращеними огороженнями, тепловий насос і фактичні параметри моделі.

Показано, що споживання ексергії первинного палива зменшується на 50 % за рахунок використання сонячного колектора і покращення теплового захисту у порівнянні з фактичним варіантом. Якщо для таких же умов аналізувати зміну споживання енергії первинного палива то вона становить 20 %. Що ж до споживання енергії первинного палива, то вона зростає таким чином: є найнижчою для системи із сонячним колектором, далі теплонасосна установка, газовий котел із покращеними огороженнями, фактичні параметри моделі. Така зміна у тенденціях обумовлена тим що первинним паливом для теплового насосу є електрична енергія. А енергія і ексергія електричної енергії рівні між собою. У той час ексергія газу рівна його вищій теплотворній здатності.

Даний аналіз показав необхідність використання ексергетичних критеріїв при термомодернізації та ексергетичного підходу під час сертифікації будівель. Що дасть можливість враховувати взаємозв'язки енергій різної фізичної природи в системі тепlopостачання та дисипативні втрати потужності в елементах цієї системи, чим обумовлено подальший розвиток ексергетичного аналізу для оптимізації систем та концепцій тепlopостачання.

Список посилань

1. Moran, Paul; O'Connell, John; Goggins, Jamie. Sustainable energy efficiency retrofits as residential buildings move towards nearly zero energy building (NZEB) standards. Energy and Buildings, 2020, V.10. P. 109 – 116.
2. Shukuya M. Exergy: Theory and Applications in the Built Environment. Berlin: Springer; 2013. 374p.
3. Schmidt D. Low Exergy Systems for High-Performance Buildings, Communities. Energy and Buildings, 2009. V.41. P. 331–336.

4. Bi Y., Wang X., Liu Y. and other. Comprehensive exergy analysis of a ground-source heat pump system for both building heating and cooling modes. Applied Energy, 2009. V. 86. P. 2560–2565.

УДК 502/504

Хлібишин Ю.Я., канд. техн. наук, доцент

Почапська І.Я., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Львівська політехніка», iryna.y.pochapska@lpnu.ua

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ШЛЯХОМ МОДИФІКУВАННЯ БІТУМІВ

Розвиток суспільства сприяє розвитку технологій, однак разом з цим зростає кількість відходів та забруднень, зокрема пов'язаних з транспортом. Мова йде не тільки про забруднення повітряного середовища, а й про накопичення твердих відходів. Так, з кожним роком зростає кількість відпрацьованих автомобільних шин.

З іншого боку, численні відходи виробництва і споживання створюють великі екологічні проблеми, як в Україні так і за кордоном. В даний час обсяги захоронення відходів на звалищах і полігонах значно зростають.

Підвищення рівня безпеки технологічних процесів, зниження екологічного навантаження об'єктів хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості на навколошнє природне середовище є одним з головних завдань сьогодення.

У зв'язку з цим все більш гостро постає питання про збільшення частки утилізації відходів. Використання того чи іншого виду відходів зумовлене певними факторами:

- обсягом утворених відходів;
- хімічним складом відходів;
- наявністю технологій для переробки;
- попитом на продукцію з використанням певного виду відходів.

Якість дорожнього покриття впливає одночасно на безпеку на дорозі (кількість можливих аварій) і на термін експлуатації транспортних засобів без заміни комплектуючих чи інших матеріалів. Таким чином, рідше виникає потреба ремонтів та у заміні автомобільних шин, а, отже, меншою є шкода довкіллю.

Актуальною постає проблема відпрацьованих автомобільних шин, оскільки вони є потужним джерелом забруднення довкілля. Викинуті на звалища, або закопані, шини розкладаються в природних умовах майже століття. Контакт шин з дощовими опадами та з ґрунтовими водами супроводжується вимиванням ряду токсичних органічних сполук: дифеніламіну, дібутилфталату, фенантрену і ін.

Зростає з кожним роком обсяг будівництва доріг із застосуванням дорожніх покріттів на основі модифікації бітумів каучуками (полібутадієновий, хлоропреновий, бутилкаучук), термопластичними полімерами (поліетилен, поліпропілен, етиленвінілацетат), гумовою крихтою тощо. Найбільш широко застосовують дорожні покріття на основі блоккополімерів стирол-бутадієн-стирол.

В останні десятиріччя велика увага приділяється проблемам використання зношених шин, які є одним з найбільш багатотоннажних відходів. Згідно з статистичними даними, Європі щороку утворюється майже 2 млн тон, а в США - 2,8 млн т зношених шин [1-2].

Як вже зазначалося раніше, зношенні шини постають ще однією екологічною проблемою, яка має важливе значення та вимагає рішень. Більше 70 % зношених шин практично повністю знищуються шляхом спалювання або поховання в ярах, звалищах, що сильно забруднюють навколошнє середовище. [3] Разом з цим відпрацьовані автомобільні шини є цінною вторинною сировиною з вмістом гуми (каучуку) - 65-70%, технічного вуглецю - 15-25%, металу - 10-15%.

У літературних джерелах доволі ретельно розглянуто процес модифікування бітуму гумовою крихтою [4-6]. Незважаючи на наявність публікацій щодо використання гумової крихти у бітумному виробництві, механізм процесу модифікування бітумів гумовою крихтою вивчений недостатньо. Тому нами проведені дослідження процесу модифікування та вивчено окремі закономірності розчинення гумової крихти в бітумі.

Для проведення експериментальної частини роботи використовували залишкову оливу і гумову крихту (фракції діаметром 2,0 мм - 4,0 мм). Залишкову оливу нагрівали до робочої температури і завантажували гумову крихту.

Дослідження проводили при температурах в діапазоні 150 – 250 °C. Експериментальним шляхом було встановлено, що при температурах 220 °C і 250 °C процес розчинення відбувається майже однаково, гумова крихта розчиняється повністю. Попередніми дослідженнями було встановлено, що гумова крихта більшого діаметру поглинає в перші дві години більше оліви, ніж гумова крихта меншого діаметру, але розчинення її відбувається повільніше [7 - 8].

Показано, що додавання гумової крихти в кількості 5-12 % мас. дозволяє на основі окиснених наftових бітумів отримувати бітуми, модифіковані полімером, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-135:2014.

Встановлено оптимальні параметри проведення процесу розчинення гумової крихти. Досліджено вплив гранулометричного складу гумової крихти на процес її набухання і розчинення.

Для підтвердження (чи спростування) висунутих гіпотез щодо введення гумової крихти при модифікуванні бітуму вивчали вплив температури на саму гумову крихту шляхом використання дериваторографічного аналізу гумової крихти в різних середовищах.

Важливим результатом, який досягається внаслідок модифікування бітуму каучуками, є підвищення його еластичності, коли модифіковані бітуми характеризуються більшою твердістю і вищою тугоплавкістю і підвищеною пластичністю порівняно з вихідним бітумом. Підсумовуючи, слід зазначити, що додавання гумової крихти при модифікуванні покращує основні властивості бітумів як еластичність, температура розм'якшення, пенетрація.

Отже, проведені дослідження показали доцільність використання гумової крихти з відпрацьованих автомобільних шин при модифікуванні бітумів, в результаті чого суттєво може знизитися накопичення твердих відходів. Такий підхід дасть змогу одночасно створити умови для часткового розв'язання проблеми усунення джерел забруднення і покращення якості дорожнього покриття, а, отже, безпеки на дорозі.

Таким чином, використання відпрацьованих автомобільних шин як сировинної бази є перспективним напрямком підвищення стану екологічної безпеки і розширення спектру наftових бітумів для дорожнього покриття.

Список посилань

1. Fact Sheet on Non-Hazardous Secondary Materials Determinations and Scrap Tires. -Електронний ресурс. – доступ <https://www.epa.gov/rcra/fact-sheet-non-hazardous-secondary-materials-determinations-and-scrap-tires>.
2. End of Life Tyres: A Valuable Resource with Growing Potential. European Tyre and Rubber Manufacturers' Association. 2011.
3. Електронний ресурс: <https://ecolog-ua.com/news/yak-podolaty-shynnu-bezgospodarnist-v-ukrayini>.
4. Степанович Ю.А., Шрубок А.О, Твердова Е.А. Применение комбинированных модификаторов на основе отходов полимерных производств в производстве полимерно-битумных вяжущих - (Белорусско-Российский университет, 2021)
(доступ: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/15941>).
5. Тарасова, Т. Ф. Экологическое значение и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т. Ф. Тарасова, Д.И. Чапалда // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 2. – С. 130-135.

6. Вольфсон, С. И. Методы утилизации шин и резинотехнических изделий / С. И. Вольфсон, Е. А. Фафурина, А. В. Фафурин // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – № 1. – С. 74-79.
7. Хлібишин Ю.Я. Дослідження модифікації дорожніх бітумів гумовою крихтою / Хлібишин Ю.Я., Почапська І.Я., Гринишин О.Б., Нагурський А.О. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» № 787 – Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2014. – С.144-148.
8. Гринишин О. Б., Нагурський А. О., Почапська І. Я., Хлібишин Ю. Я. Модифікування дорожніх бітумів гумовою крихтою відпрацьованих шин // Екологічні науки. – 2017. – № 3/4 (18/19). – С. 64–70.

УДК 621.311.001.57(063)

Закладний О.О., канд. техн. наук, доцент
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»,
zakladniy@gmail.com

СМАРТ СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Питання діагностування електроприводів займають провідне місце в дослідженнях, спрямованих на підвищення енергоефективності та ресурсу устаткування.

На сучасному етапі розвитку промисловості у більшості розвинених країн світу значна увага приділяється питанням впровадження в промисловість інтелектуальних технологій як основи інноваційного розвитку. В якості сучасних енергоефективних розробок виділяють автоматизовані саморегульовані системи, засновані на передових інформаційних технологіях - «інтелектуальні» мережі, які в тому числі спроможні підвищити надійність споживачів, тоді як споживання енергоресурсів стає більш економічним, з обмеженням негативної дії на екологію [1].

Експлуатація електромеханічних систем, яка супроводжується численними ремонтами, призводить до того, що на підприємствах використовуються електроприводи, реальні енергетичні показники яких значно нижчі декларованих виробником, а середній строк служби не перевищує 5-7 років. Тимчасом електроприводи розраховані на термін служби 15 – 20 років без капітального ремонту за умови його експлуатації відповідно до ТУ і виконання.

Важливим фактором впливу на рівень енергоефективності електропривода є якість його обслуговування та ремонту. Проведення ремонтів після відмови двигуна, вимушена заміна його деталей та елементів є економічно невідповідними через значні витрати .

Основним істотним недоліком сучасних існуючих засобів діагностування електроприводів є неврахування зв’язків між процесами перетворення енергії та їх наслідками. Вказаний недолік не дозволяє встановити причини, що призводять до погіршення енергоефективності, виникнення і розвитку несправностей та аварій. Тому задача розробки сучасних інтелектуальних засобів діагностування є актуальною.

Однією з складових смарт технологій є системи моніторингу енергообладнання, які охоплюють різні аспекти, у тому числі управління і моніторинг стану електротехнічного обладнання промислового виробництва - Asset Management, в тому числі електроприводи, і які можна описати такими ознаками: підвищення надійності промислових підприємств та безвідмовності роботи електроприводів; підвищення ефективності споживання енергоресурсів зі збереженням необхідних параметрів якості продукції; управління і моніторинг стану електроприводів промислових підприємств; перехід на технічне обслуговування і ремонт електроприводів за фактичним технічним станом; велика кількість датчиків, які вимірюють поточні режимні параметри для оцінювання стану електроприводів в різних режимах роботи; система збору і обробки даних (високоінтегровані комплекси оперативного управління в режимі реального часу з врахуванням експертних та розрахункових систем ухвалення рішень).

Останнім часом отримали розвиток методи діагностування стану електроприводів, засновані на моніторингу спожитого струму з виконанням спеціального спектрального аналізу отриманого сигналу, що дозволяє з високою достовірністю визначати технічний стан елементів. Принцип методу полягає в тому, що будь-які збурення в роботі механічної та електричної частин електроприводу і пов'язаного з ним механізму призводять до змін магнітного потоку в зазорі електричної машини, а отже – до слабкої модуляції споживаного струму. Поява у спектрі струму електроприводу характерних частот свідчить про наявність пошкоджень електричної або механічної частин електроприводу.

Моніторинг струму електроприводу, на відміну від вібродіагностики, може бути виконаний безпосередньо на клемній коробці електропривода або в електрощиті живлення без будь-якого порушення режиму роботи [2].

Оскільки форма напруги живлення електропривода на виробничих підприємствах відрізняється від синусоїdalnoї, в отриманих спектрах струму й напруги присутні їх гармоніки, але несправності двигуна і пов'язаного з ним механізму викликають відповідні гармоніки лише в спектрі струму.

Порівняння гармонік напруги й струму дає можливість розрізнати гармонічні складові струму характерні для непрацюючого устаткування. В результаті створення та регулярного поповнення бази даних вимірювань та їх аналізу в процесі експлуатації електромеханічних систем можна простежити динаміку фактичного розвитку окремих пошкоджень електродвигуна та механізму і прогнозувати подальший розвиток несправностей. Різниця в амплітуді між основною частотою і характерною для конкретної несправності є показником критичності дефекту.

Суть розроблюваної системи діагностування електроприводів полягає в моніторингу і прийнятті діагностичних рішень на кожному з окремих ієрархічних рівнів, що дозволяє виявити, локалізувати та усунути дефекти до того, як об'єкти діагностування перейдуть до несправного стану.

Послідовність виконання етапів діагностування, а також аналіз його результатів формують алгоритм діагностування параметрів, який є основним алгоритмом роботи системи. У відповідності до нього формується висновок щодо фактичного стану електроприводів і прогноз його технічного стану на майбутнє. Для побудови алгоритму діагностування використовується інформаційний метод, заснований на виборі параметрів з максимальною інформацією про енергетичний стан об'єкту діагностування.

Завдяки наявності мережевої підтримки локальні пристрой діагностування технічного стану електроприводів поєднуються в загальну діагностичну мережу, до якої введені комп'ютери технагляду, головних механіків, інженерів і промислового підприємства в цілому. Такий багаторівневий контроль забезпечує оптимізацію електроспоживання та безпечну експлуатацію [3].

Всі перелічені вище задачі об'єднуються під загальною назвою «Smart systems. Asset Management». Потреба в оснащенні широкого кола різноманітного електроприводів системами діагностування, моніторингу та контролю стану зумовлює потребу адаптивності названих систем. Важливу роль у забезпеченні широких можливостей систем нового покоління буде відігравати розподіл обчислювальних ресурсів між різними системами діагностування, моніторингу та контролю на різних рівнях ієрархії.

Список посилань.

1. Закладний О.О. Методика функціонального діагностування енергоефективності асинхронного електропривода / О.О. Закладний. - Енергетика: економіка, технології, екологія, 2013, №1. – С. 77-82.
2. Закладний О.О. Функціональне діагностування енергоефективності електро-механічних систем: Монографія / О.О. Закладний. – К.: Видавництво «Лібра», 2013. – 195 с.
3. Праховник А.В. Діагностування енергоефективності електромеханічних систем як інструмент енергоменеджменту / А.В. Праховник, О.М. Закладний, О.О. Закладний // ВІСНИК Національного

технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. – Київ, – 2011. – Вип. 21. С. 121-128.

УДК 550.3

Ігнатишин В.В., канд. фіз.-мат.наук, старший науковий співробітник

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, rgstrs1962@i.ua

доцент, Закарпатський угорський інститут ім. Ференца Ракоці II

Ігнатишин А.В., інженер

Ігнатишин М.Б., провідний науковий співробітник

Вербицький С.Т., провідний науковий співробітник

Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, відділ сейсмічності Карпатського регіону

СУЧАСНІ ГОРИЗОНТАЛЬНІ РУХИ КОРИ В ЗОНІ ОАШСЬКОГО ГЛИБИННОГО РОЗЛОМУ, ПРОСТОРОВО-ЧАСОВИЙ РОЗПОДІЛ МІСЦЕВОЇ СЕЙСМІЧНОСТІ: СПОТЕРЕЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ

Навколошнє середовище зазнає впливу негативних екологічних факторів, серед яких слід відмітити процеси геологічного характеру - землетруси. Територія України має сейсмонебезпечні території, де час від часу відбуваються місцеві землетруси, серед яких періодично реєструються сильні, відчутні місцеві землетруси. Актуальність дослідження екологічно небезпечних процесів на території України, Європи зумовлена багатьма факторами, зокрема активізацією сейсмічності Карпато-Балканського регіону, розташування поблизу активної сейсмонебезпечної ділянки земної кори-зони Вранча, розвиток Закарпаття в туристичній галузі, наявність на території Закарпатського внутрішнього прогину об'єктів підвищеної небезпеки. Тому вивчення сейсмотектонічних процесів в регіоні, їх зв'язок із геофізичними полями, дослідження факторів впливу на характер геологічних процесів в сейсмонебезпечних регіонах є важливим при створення моделі підготовки та прояву сейсмічних явищ, що безперечно вплине на екологію регіону. Дослідження, які тривалий час проводяться на території Закарпаття відмітили результати згідно яких отримано відомості про геодинамічний стан регіону[1-10]. **Метою дослідження** є вивчення характеру сучасних горизонтальних рухів, їх зв'язок із можливими екологічно-небезпечними геологічними процесами. **Об'єктом дослідження** є геодинамічні параметри рухів кори, сейсмічна активізація регіону, просторово-часовий розподіл місцевої сейсмічності. **Предметом дослідження** є вивчення характеру зміщення в зоні Оашського глибинного розлому, вплив тектонічних процесів на екологію регіону, на активізацію інтенсивних рухів кори та реєстрацію сейсмічної активізації регіону.

Методи дослідження. Для вирішення поставленої задачі використано результати геофізичного моніторингу на території Закарпатського внутрішнього прогину, проведених на режимних геофізичних станціях Карпатського відділення, Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України. Для побудови просторово-часового розподілу місцевої сейсмічності використовуються результати сейсмічного моніторингу Закарпатського внутрішнього прогину на режимних геофізичних станціях „Тросник”, „Берегово”, „Нижнє-Селище”, „Мукачево”, „Королево”. Сейсмічні події на території Закарпаття характерні енергією, що періодично раз в 4-6 років проявляються через місцеві відчутні землетруси. Поряд сейсмічні станції реєструють сотні місцевих землетрусів, які є слабкими, проте є результатом перерозподілу геомеханічної енергії. Важливим інструментом при вивчені екологічного стану регіону та прояву геологічних небезпек є дослідження геодинамічного стану. Геодинаміку регіону вивчають різними методами: геофізичними, геодезичними та інш. На території Закарпаття функціонують унікальні деформометричні станції розташовані в зоні Берегівського горбогір'я, в зоні Оашського глибинного розлому. Це високоточні прилади для вивчення

сучасних горизонтальних рухів земної кори. Дослідження рухів кори проводяться на деформометричних станціях, змонтованих ще в 80-х років, отримано відомості про вікові рухи кори, величини та напрями рухів, що визначають геодинаміку регіону і відповідні геологічні ризики в регіоні. Результати геодинамічного моніторингу регіону вказують на певні особливості сейсмотектонічних процесів: розширення порід в зоні Оашського глибинного розлуму, що є підтвердженням основних рухів в Закарпатському внутрішньому прогині, що підтверджуються іншими науковими методами. Відмічено зв'язки рухів кори та просторово-часового розподілу місцевої сейсмічності: сейсмічна активізація проходить в періоди, коли реєструються стиснення порід. Періоди, коли швидкості рухів кори в Карпато-Балканського регіону невеликі, або від'ємні, можуть бути періодами акумуляції геомеханічної енергії, яка може бути перерозподілена в регіоні та в часі через швидкі рухи кори. Сучасні горизонтальні рухи кори в зоні Оашського глибинного розлуму є періодичними. Загальна тенденція рухів кори є розширення порід з величиною $+10 \times 10^{-7}$. Величина зміщення земної кори вимірюна на Пункті Деформометричних Спостережень „Королеве” в 2020 році становить стиснення порід величиною: (- 28 нстр). Сейсмічність Закарпатського внутрішнього прогину представлена 182 місцевими землетрусами, в тому числі одним відчутним, зареєстрованим 23 січня 2020 року на території Виноградівського району Закарпатської області. Вперше за період з липня 2015 року на території Закарпаття зареєстровано відчутний місцевий землетрус величиною 4-5 бали за шкалою MSK-64. Важливо вивчення зв'язку геодинаміки із спостережуваними геофізичними полями, впливами факторів на характер екологічних процесів в різних частинах Закарпатського внутрішнього прогину.

Список посилань

1. Гнилко О. М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреційна призма/ Гнилко О.М. // Геодинаміка. – 2012. – № 1(12). – С. 67–78.
2. Гнилко О.М. Структура латерального витискання в Карпатах./ Гнилко О.М. //Геодинаміка 1(22)/2017.c16-25. ISSN: 1992-142X (Print) 2519-2663 (Online)
3. Шлапінський В.Є. Уточнення геологічної будови пеннінського покриву Українських Карпат. / В.Є. Шлапінський, Н.М. Жабіна, Д.В. Мачальський, М.М. Тернавський // Геодинаміка. – 2017. – №1(22). – с.55-73.
4. Ігнатишин В.В. Особливості сучасних горизонтальних рухів в зоні Оашського глибинного розлуму та сейсмічна активність. / В.В. Ігнатишин, Т.Й. Іжак, М.Б. Ігнатишин, А.В. Ігнатишин. // Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» // Збірник наукових праць. – Переяслав Хмельницький, 2019 р. – с.23-26.
5. Кузьменко Е.Д. Оцінка небезпеки при поверхневих деформацій гірських порід у межах Стебницького калійного родовища методом ПІЕМПЗ. / Е.Д. Кузьменко, С.М. Багрій, І.В. Чепурний, М.В. Штогрин // Геодинаміка. – 2017. – №1(22). – с.98-113.
6. Savchuk S. Monitoring of crustal movements in Ukraine USIN. / S. Savchuk, S. Doskich // Геодинаміка. – 2017. – №2(23). – с.7-13.
7. Тадеєв О. До проблеми еманації ефектів втрати інваріантності в оцінювання деформаційних полів Землі за GNSS-даними. / О. Тадеєв // Геодинаміка. – 2017. – №2(23). – с.34-45. <https://doi.org/10.23939/jgd2017.02.034>
8. Мороз М. Геолого-палеоокеанографічні умови пізньоюрського седиментогенезу в Карпатському сегменті океану Тетіс (зовнішня зона перед карпатського прогину). / М.Мороз. // Геодинаміка. – 2017. – №2(23). – с.68-82.
9. Старostenko B. Неоднородность литосфера Днепровско-Донецкой впадины и её геодинамические следствия. II часть. Геодинамическая интерпретация. / B. Старostenko, И. Пашкевич, И. Макаренко, П. Куприенко, А. Савченко. // Геодинаміка. – 2017. – №2(23). – с.83-103.
10. Мончак Л. Відображення тектонічної будови західного регіону України у гравімагнітних полях. / Л. Мончак, С. Анікєєв. // Геодинаміка. – 2017. – №2(23). – с.104-118.

УДК 661.152.4

Вакал В. С., канд. техн. наук., наук. співробітник

Вакал С. В., докт. техн. наук, гол. наук. співробітник

Науково-дослідний інститут мінеральних добрив і пігментів Сумського державного
університету, vsvakal@gmail.com

Яновська Г. О. канд. техн. наук, доцент

Сумський державний університет, a.yanovska@teset.sumdu.edu.ua

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗРОБЛЕННЯ ГУМАТОВМІСНИХ ДОБРИВ ПРОЛОНГОВАНОЇ ДІЇ

Збереження родючості ґрунтів є надзвичайно актуальним завданням для агропромислового комплексу, яке вирішується шляхом розвитку природозберігаючих технологій виробництва та використання мінеральних і органічних добрив. Розроблені останніми роками добрива пролонгованої дії вже дозволяють зменшити кількість внесених добрив для отримання того ж приросту урожаю сільськогосподарських культур, та не завжди є збалансованими за поживними і інертними речовинами, що знаходяться у складі гранули [1]. Додатковий екологічний ефект від застосування такого виду добрив полягає у зменшенні викидів парникових газів, забруднення водних і земельних ресурсів сполуками азоту за рахунок повільного розчинення азотної складової гранули [2].

Проведено дослідження з отримання складних азотно-фосфорних добрив безкислотним способом шляхом нанесення фосфоритового борошна на прілли карбаміду із застосуванням гуматів калію і кальцію, що мають фізіологічно активні властивості стимулювати ріст і розвиток рослин. Гумінові речовини також відомі здатністю нейтралізувати дію важких металів та органічних забруднювачів у ґрунті, зменшуючи їх надходження до рослин. Подальший розвиток досліджень зі збільшення поживної цінності розробленого добрива спрямований на внесення до складу фосфатовмісної оболонки біочару, який має вміст вуглецю 86 %, і дозволяє підвищити фотосинтез рослин за рахунок їх додаткового вуглецевого живлення. Біочар, маючи мікропористу структуру, також дозволяє акумулювати в собі мікроелементи та вологу і таким чином підвищує дифузійні і пролонгуючі властивості капсульованого добрива. Розроблена гнучка технологія капсулювання азотних добрив шляхом агломерації дозволила одержати дослідні зразки органо-мінерального добрива з умістом біочару до 10 % і наступними фізико-хімічними показниками: масова частка азоту – 25,62 %, P₂O₅ – 8,90 %, K₂O – 0,13 %. Статична міцність гранул складає 1,71 МПа.

Якісні та кількісні характеристики оболонки й інтерфейсу між зовнішнім і внутрішнім шарами оболонки вивчалися методом скануючої електронної мікроскопії з елементним мікроаналізом. На сили адгезії оболонки до ядра гранули впливає кількість пластифікатору, а переважний розмір пор покриття – мікрометровий діапазон, присутність яких дозволяє збільшити рівномірність повільного розчинення добрива.

Проведені в ґрунтових колонках тестові дослідження з пролонгації дії запропонованих зразків добрива показали зниження швидкості вимивання азоту з ядра капсульованої гранули більше ніж у 1,5 рази [3]. З метою визначення агрохімічної ефективності запропонованого складу фосфатовмісної оболонки закладені вегетаційні досліди.

Список посилань

1. Тымчук И. С., Малеваный М. С. Капсулирование удобрений – путь к снижению загрязнения и повышение урожайности // Устойчивое развитие. – Варна, 2014. – № 20. С.109–113.
- 2 Мельничук В. В., Гумницький Я. М., Нагурський О. А. Дослідження міграції добрив у навколошньому середовищі // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2005. – № 2. – С. 48–51.
3. Vakal V. S., Pavlenko I. V., Hurets L. L. et.al. Mathematical Modeling of Nutrient Release from Capsulated Fertilizers. Periodica Polytechnica. Chem. Engineering, 64(4), 2020. P. 562–568.

УДК 628.168.3

Трус І.М., канд. техн. наук, доцент

Гомеля М.Д., докт. техн. наук, професор

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»,

inna.trus.m@gmail.com

МЕТОДИ СТАБІЛІЗАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ НИЗЬКО- ТА ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ ВОД В ПРОЦЕСАХ ЇЇ БАРОМЕМБРАННОГО ОПРІСНЕННЯ

Збільшення потреб промисловості і населення у прісній воді обумовлюють зацікавленість держав світу та науковців у пошуку вирішення даної проблеми. Основними джерелами забруднення водойм є скид недостатньо очищених стічних вод промислових і комунальних підприємств. Масштабним джерелом забруднення водних об'єктів є скид значних обсягів шахтних вод [1]. Отже, стає очевидним, що мінералізовані стічні води повинні піддаватися належному очищенню. Виходячи з вимог екологічної безпеки, знесоленню перед скидом у відкриті водойми підлягають усі мінералізовані води [2].

Для зниження дефіциту прісної води і зменшення антропогенного тиску на навколоішнє природне середовище необхідне впровадження належних технологій очищення мінералізованих вод. Існує доволі багато методів очищення мінералізованих стічних вод, серед яких: реагентні, іонообмінні, мембрани, електрохімічні, біологічні та інші. Найбільш поширеними є мембрани технології [3–6].

Ефективність баромембранного знесолення води та термін експлуатації мембран залежить від якості її попереднього очищення. Високо- та низькомінералізовані розчини пропускали через DOWEX MAC-3 в H^+ і Na^+ формі. Катіоніт DOWEX MAC-3 має високу ємність по іонах жорсткості, як при очищенні низькомінералізованих розчинів (рис. 1), так і при очищенні високомінералізованих розчинів (рис. 2, 3).

C, мг-екв/дм³

pH

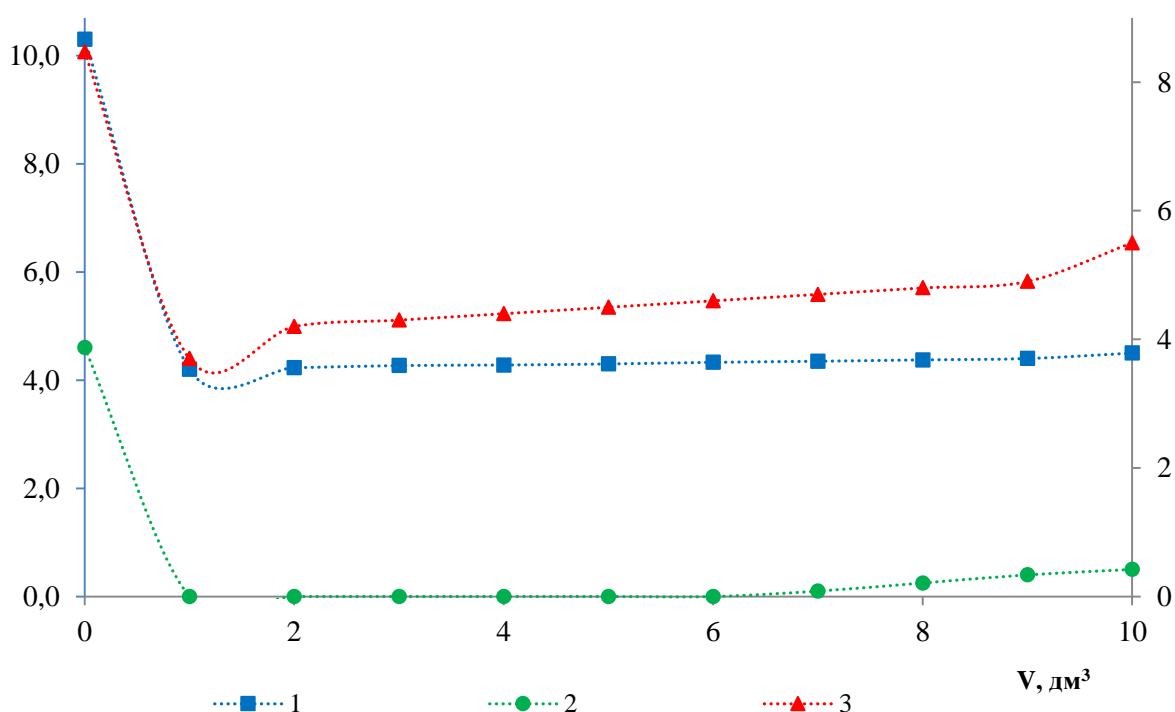


Рис. 1 – Залежність жорсткості (1), лужності (2), pH (3) низькомінералізованого розчину від пропущеного об'єму через іоніт DOWEX MAC-3 в кислій формі

Слабокислотний катіоніт DOWEX MAC-3 в H^+ формі не сорбує катіони металів з розчинів солей сильних кислот. У випадку, коли розчини мають гідрокарбонатну лужність відбувається декарбонізація води та її пом'якшення. Це призводить до підкислення води та зниження її pH до ~ 4. При вичерпанні ємності катіоніту відбувається підвищення pH до 7,3 та лужності до 17–18 (рис. 2). Отже, даний метод ефективно використовувати для обробки низькомінералізованих вод.

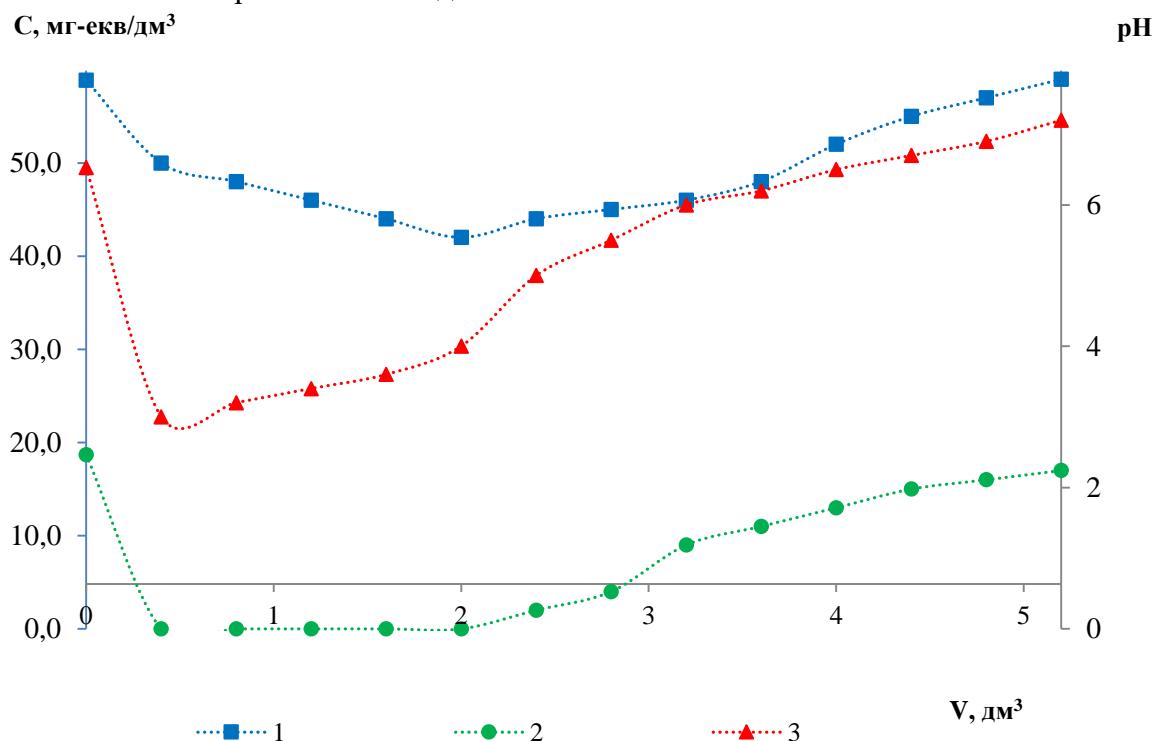


Рис. 2 – Залежність жорсткості (1), лужності (2), pH (3) високомінералізованого розчину від пропущеного об’єму через іоніт DOWEX MAC-3 в кислій формі

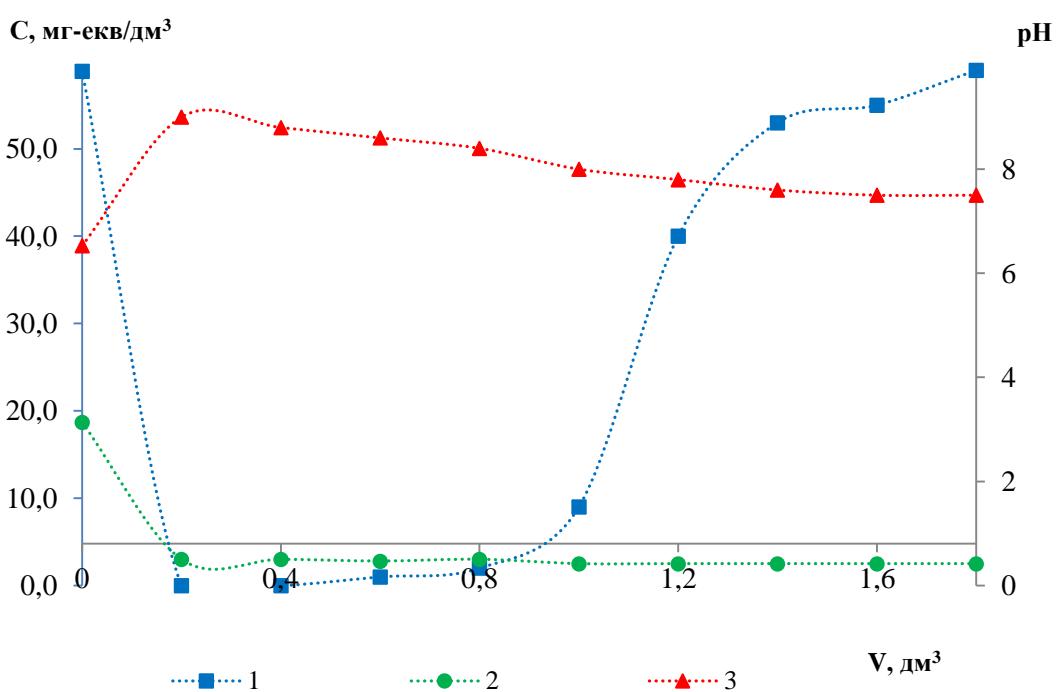


Рис. 3 – Залежність жорсткості (1), лужності (2), pH (3) високомінералізованого розчину від пропущеного об’єму через іоніт DOWEX MAC-3 в сольовій формі

При пропусканні високомінералізованого розчину через іоніт DOWEX MAC-3 в Na^+ формі відбувається підвищення pH до 7,5–8,9. Ємність слабокислотного катіоніту по іонах жорсткості досить висока незалежно від концентрації іонів натрію в розчині. При концентрації хлористого натрію $\approx 29 \text{ г}/\text{дм}^3$ повна обмінна динамічна ємність по іонах жорсткості для катіоніту DOWEX MAC-3 досягає 3000 мг-екв/ дм^3 . Отже, DOWEX MAC-3 дозволяє ефективно пом'якшити воду для забезпечення стабілізаційної обробки води перед її баромембраними знесоленням.

Отже, в роботі розроблено методи стабілізаційної обробки низько- та високомінералізованих вод в баромембраних процесах її опріснення для підвищення ефективності та терміну експлуатації мембран. Показано, що слабокислотний катіоніт Dowex MAC-3 забезпечує ефективне вилучення іонів жорсткості з низькомінералізованих вод та вод з концентрацією NaCl до 10 %.

Для знесолення високомінералізованих вод доцільно використовувати зворотньоосмотичну мембрану Filmtec TW30-1812-50, низькомінералізованих вод – нанофільтраційну мембрану ОПМН-П. Для переробки концентратів баромембранного очищення води доцільно використовувати реагентні методи [7–10], які дозволяють зменшити мінералізацію розчину до рівнів, що допустимі на скид в каналізацію або поверхневі водойми.

Список посилань

1. Trus I. Technology of the comprehensive desalination of wastewater from mines / I. Trus, N. Gomelya, V. Halysh, I. Radovenchyk, O. Stepova, O. Levytska // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – №3/6 (105). – P.21–27.
2. Trus I., Radovenchyk I., Halysh V., Skiba M., Vasylchenko I., Vorobyova V., Hlushko O., Sirenko L. 2019. Innovative Approach in Creation of Integrated Technology of Desalination of Mineralized Water. Journal of Ecological Engineering. 20(8), 107–113.
3. Гомеля М.Д. Оцінка ефективності зворотньоосмотичного опріснення води після її пом'якшення на слабокислотному катіоніті / М.Д Гомеля., І.М. Трус, В.М. Радовенчик // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – № 3. – С. 32-36.
4. Гомеля Н.Д. Влияние стабилизационной обработки воды на слабокислотном катионите в кислой форме на качество нанофильтрационного опреснения шахтной воды / Н.Д. Гомеля, И.Н. Трус, Я.В. Радовенчик // Научный вестник национального горного университета. – 2014. – № 5 (143). – С. 100-105.
5. Trus I.M., Gomelya M.D., Makarenko I.M., Khomenko A.S., Trokhymenko G.G. The Study of the particular aspects of water purification from heavy metal ions using the method of nanofiltration / Naukovyi Visnyk Natsionalnogo Hirnychogo Universytetu. – 2020. – №4. – P.117–123.
6. Трус І.М. Вплив попереднього механічного доочищення води на ефективність зворотньоосмотичного опріснення води / І.М. Трус, М.Д. Гомеля, В.М. Радовенчик // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2013. – № 9 (198) Ч.2. – С. 197-202.
7. Gomelya M.D. Application of aluminium coagulants for the removal of sulphate from mine water // M.D. Gomelya , I.M. Trus, T.O. Shabliy // Chemistry & Chemical Technology. – 2014. – 8 (2). – P. 197-203.
8. Трус І. М. Застосування алюмінієвих коагулантів для очищення стічних вод від сульфатів при їх пом'якшенні / І. М. Трус, В. М. Грабітченко, М. Д. Гомеля // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/10 (60). – С. 13-17.
9. Трус І. М. Очищення високомінералізованих шахтних вод від сульфатів при використанні вапна та металічного алюмінію / І. М. Трус, В. М. Грабітченко, А. І. Петриченко, М. Д. Гомеля // Екологічна безпека. – 2012. – № 2. – С. 77-79.
10. Trus I. Engineering of low-waste technology of natural and wastewaters demineralization / I. Trus, Y.Radovenchyk // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. – 2019– №7 (6B) – P.118–120.

УДК 542.943.7

Іваненко О.І., канд. техн. наук, доцент

Гомеля М.Д., докт. техн. наук, професор

Оверченко Т.А., канд. техн. наук, ст. викладач

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»,

overchenko.tanya@gmail.com

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО ЗНИЖЕНИЮ ВИКИДІВ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ З ДИМОВИМИ ГАЗАМИ ПЕЧЕЙ ДЛЯ ВИПАЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОДІВ

В результаті антропогенної діяльності людини в атмосферному повітрі промислово розвинених центрів щорічно концентрується 350-600 млн. тон токсичного монооксиду вуглецю, з яких 56-62 % припадає на частку автотранспорту, причому вміст монооксиду вуглецю у вихлопних газах може сягати 12 % [1]. Не дивлячись на те, що СО має високу токсичність та великі об'єми викидів в атмосферу, до останнього часу ні в нашій країні ні за кордоном не були запроваджені ефективні методи санітарної очистки відходів газів промислових виробництв від цього небезпечного компоненту. Винятком є лише викиди автомобільних газів, очистка яких проходить за методом каталітичного окислення СО [2]. Це найбільш результативний та найдорожчий метод боротьби з монооксидом вуглецю. Проте використання обладнання з каталізатором, що містить в основному благородні метали, дуже дороге, має низьку пропускну здатність і не може задовільнити потреби великих підприємств.

В дослідженнях процесу окислення СО використовувалась партія цеолітової породи Сокирницького родовища Закарпатської області виробництва ТОВ «Закарпатський цеолітовий завод» розміром 3-5-8 мм марки ПЦО типу А з виходом цільової фракції 85 % згідно технічних умов ТУ У 19.5-00292540.001-2001 «Щебінь та пісок з природного цеоліту. Сокирницьке родовище». За даними підприємства досліджувана партія цеоліту виготовляється із цеолітованих туфів клиноптилолітового типу з вмістом клиноптилоліту в породі близько 83 %. Можуть бути присутні домішки у вигляді монтморилоніту, польового шпату, кварцу, опалу, вулканічного скла. Хімічний склад цеолітової породи (мас. %): SiO_2 – 71,5; Al_2O_3 – 13,1; Fe_2O_3 – 0,9; TiO_2 – 0,5; CaO – 3,44; MgO – 0,68; $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ – 3,03; P_2O_5 – 0,014, Cu – 0,02; F – 0,025; Pb – 0,002; As – 0,0015. Щільність складає 2,37 kg/m^3 , ємність катіонного обміну – 1,5 мг-екв/г, термічна стійкість – до 700 °C, механічна міцність на стискання – до 150 kг/cm^2 , механічна міцність на стирання – не більше 4 %, механічна міцність на подрібнення – не більше 0,5 %, сумарна питома активність природніх радіонуклідів – 144,5 Бк/кг.

Для отримання оксидно-мідно-марганцевого та оксидно-марганцевого каталізатора на основі цеоліту його просушенні наважки масою 150 г приводили в контакт в статичному режимі з робочими модельними розчинами солей Mn^{2+} , Mn^{6+} , Cu^{2+} об'ємом 150 cm^3 .

Втрата маси каталізаторів під час термообробки складала 8-10 %, що не протирічить даним про вміст води в цеоліті Сокирницького родовища [3].

Дослідження процесу окислення СО в газовій суміші в порожньому реакторі показало, що в усьому інтервалі температур (200-400 °C) ступінь перетворення монооксиду вуглецю за відсутності каталізатора дорівнювала 0. Як видно з температурних залежностей конверсії монооксиду вуглецю на отриманих каталізаторах (рис. 1), 100 %- ва конверсія СО досягається за температури 390 °C у разі використання оксидно-мідно-марганцевого каталізатора 30:70. Для оксидно-марганцевого та оксидно-мідно-марганцевого 40:60 каталізаторів ступінь перетворення СО складає відповідно 92,8 та 85,3 % [4].

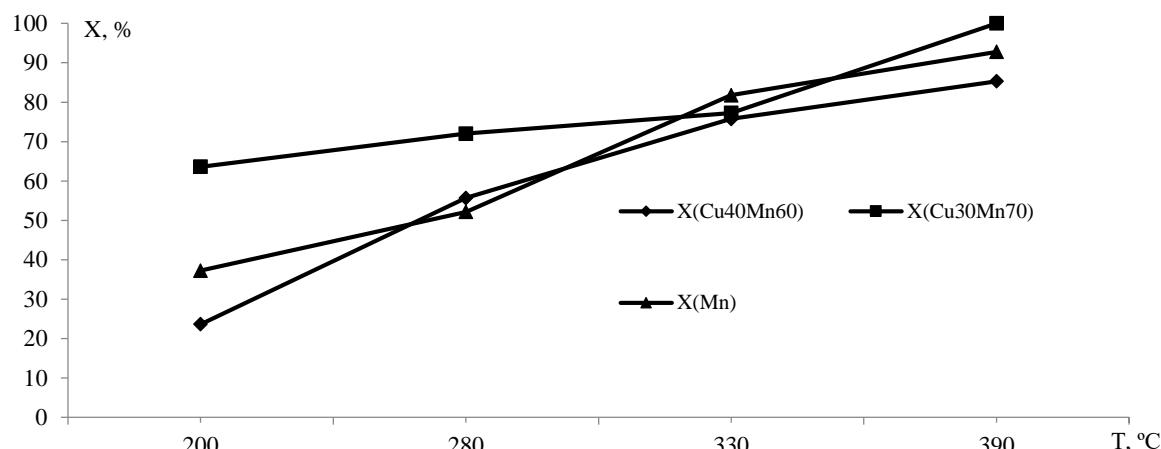


Рис. 1 – Температурні залежності ступеня перетворення монооксиду вуглецю Х при використанні катализаторів на основі цеоліту: Cu40Mn60 – оксидно-мідно-марганцевого 40:60, Cu30Mn70 – оксидно-мідно-марганцевого 30:70, Mn – оксидно-марганцевого

Аналізуючи отримані дані з точки зору вибору катализатора за умови високої ефективності окислення монооксиду вуглецю відходних газів печей для випалювання та поліфункціональності при використанні в області екологічного катализу, більшість переваг для застосування серед отриманих катализаторів має оксидно-марганцевий катализатор на основі цеоліту. Даний висновок можна обґрунтовувати не тільки можливістю отримання катализатора без попередньої обробки цеоліту, навіть з відпрацьованих сорбентів очищення марганцевмісної природної води [5], яка притаманна Україні, але і нетоксичністю у випадку захоронення або зберігання на звалищах, так як компоненти катализатора мають природне походження.

Список посилань

1. Курсов С. В. Монооксид углерода: физиологическое значение и токсикология. Медицина неотложных состояний. 2015. № 6(69). С. 9–16.
2. Patel D. M., Kodgire P., Dwivedi A. H. Low temperature oxidation of carbon monoxide for heat recuperation: A green approach for energy production and a catalytic review. Journal of Cleaner Production. 2019. 97 p. doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118838.
3. Гречановская Е. Е. Метрика элементарной ячейки и Si/Al-отношение в цеолитах ряда гейландит– клиноптилолит Сокирницкого месторождения (Закарпатье, Украина). Mineralogical Journal. 2010. № 32(4). Р. 12–22.
4. Іваненко О.І., Гомеля М.Д., Панов Є.М., Оверченко О.І. Технічне рішення по зниженню викидів монооксиду вуглецю з димовими газами печей для випалювання електродів. Вісник НТУ «ХТІ» 2020. №3 (5) ст.. 45-52.
5. Tarasevich Yu. I., Goncharuk V. V., Polyakov V. E., Krysenko D. A., Ivanova Z. G., Aksenenko E. V., Tryfonova M. Yu. Efficient technology for the removal of iron and manganese ions from artesian water using clinoptilolite. Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2012. № 18 (4). Р. 1438-1440.

УДК 504.453:550.46

Гнатів І.Р., аспірант

Львівський національний аграрний університет, gnativ13@gmail.com

ПРОЦЕСИ ПРИРОДНОГО САМООЧИЩЕННЯ НА ГІДРОДИНАМІЧНО-АКТИВНИХ ДІЛЯНКАХ ГІРСЬКИХ РІЧОК

Інтенсивне використання водних ресурсів спричиняє різку зміну якісних параметрів внаслідок скидання у воду різноманітних забруднювачів антропогенного походження, а їх природні екосистеми руйнуються і вода втрачає здатність до самоочищення [1].

Самоочищення природних водотоків відбувається за впливу таких факторів, які діють одночасно в різних поєднаннях: а) гіdraulічні – розбавлення та змішування забруднень з основною масою води; б) механічні – осадження завислих частинок; в) фізичні – вплив сонячної радіації і температури; г) хімічні – окислювання органічних і мінеральних забруднень (визначаються за БСК, ХСК або загальним вмістом органіки); д) біологічні – рослинний і тваринний світ, що бере участь у самоочищенні.

Серед них першочергове значення мають гіdraulічні, механічні та фізичні фактори. Інтенсивна течія річки забезпечує добре перемішування і зниження концентрації завислих речовин, а нерозчинні осідають на дні, що також сприяє самоочищенню водойм, а під впливом ультрафіолетового випромінювання відбувається знезаражування води.

Процеси інтенсифікації використання водних ресурсів та зростання об'ємів скидання стічних вод у водні об'єкти є взаємопов'язаними, оскільки при збільшенні водоспоживання та водовідведення головна небезпека полягає в погіршенні якості води. Більше половини стоків, що скидаються в поверхневі водойми, не проходять навіть первинної очистки. Для збереження здатності води до самоочищення необхідно більш ніж десятикратне розведення стоків чистою водою. Згідно з розрахунками, на знезараження стічних вод в даний час витрачається 1/7 частина світових ресурсів річкового стоку [1].

Основними джерелами забруднення поверхневих вод є стічні води промислових і комунальних підприємств, великих тваринницьких комплексів і ферм, зливові стоки в містах і змив дощовими потоками отрутохімікатів і добрив з полів. Небезпечними забруднювачами водойм є також стічні води целюлозно-паперової промисловості, оскільки вони містять органічні речовини, які в процесі окислювання поглинають з води кисень, що спричиняє масову загибель риби та надають воді неприємний смак і запах.

В поверхневих водах кисень постійно є в розчиненому вигляді, його вміст характеризує кисневий режим водойми і має найважливіше значення для оцінки її екологічного і санітарного стану. Для забезпечення дихання гідробіонтів розчинений кисень (РК) має міститися у воді в достатній кількості. Також він необхідний для самоочищення водойм, оскільки бере участь в процесах окислення органічних і інших домішок та розкладання відмерлих організмів. Зниження концентрації РК вказує на зміну біологічних процесів у водоймі та забруднення водойми речовинами, що інтенсивно біохімічно окислюються. Споживання кисню зумовлено також хімічними процесами окислення домішок у воді та диханням водних організмів [2].

Надходження кисню у водойму відбувається шляхом розчинення його при контакті з повітрям, а також в результаті фотосинтезу водоростями в результаті фізико-хімічних і біохімічних процесів. Кисень також надходить у водні об'єкти з дощовими і сніговими водами, тому є багато причин, що спричиняють підвищення або зниження концентрації РК в воді.

У поверхневих водах вміст розчиненого кисню може складати від 0 до 14 мг / л і піддається значним сезонним і добовим коливанням. У евтрофікованих та дуже забруднених органічними сполуками водних об'єктах може бути значний дефіцит кисню. Зменшення концентрації РК до 2 мг / л спричиняє масову загибель риб та інших гідробіонтів. У воді водойм в будь-який період року до 12 години дня концентрація РК повинна бути не нижче 4 мг / л. ГДК розчиненого у воді кисню для рибогосподарських водойм складає 6 мг / л (для цінних порід риби) або 4 мг / л (для інших порід).

На території басейну р. Стрий природні ландшафти є максимально збережені у порівнянні з іншими районами Західної України, але в сучасних умовах спостерігаємо підвищення негативного антропогенного впливу на якість природних вод. Важливе значення для збільшення ефективності процесів самоочищенння мають гідродинамічні бар'єри або гідродинамічно-активні ділянки гірських річок, на яких проходить суттєве

насичення киснем водного потоку, що активізує процеси біохімічного та біологічного самоочищення природних вод.

Під гідродинамічно-активною ділянкою (ГАД) розуміють локальну природну або штучну перешкоду в руслі водного потоку, а саме водоспади, пороги, перекати, водоскати, валуни та інші каскади (рис. 1). За проходження через них відбувається збурення водотоку, переход від ламінарної до турбулентної течії з активізацією кавітаційних явищ, що спричиняє різке зростання швидкості руху водної маси, її розбризкування та спінювання. В результаті цих процесів відбувається максимальне насичення води розчиненим киснем з ефектом біологічного очищення “природної очисної споруди”, яке супроводжується явищем короткочасної зміни прозорої та безбарвної води на непрозорий і білий флюїд [3, 4]. Завдяки сприятливим умовам для збагачення води РК його середня концентрація в р. Стрий складає 4,64-11,8 мг О₂/дм³, що відповідає вимогам нормативних документів з якості природних вод.



Рис. 1 – Збурення потоку на гідродинамічно-активній ділянці поблизу с. Корчин

Список посилань

1. Шимова О.С. Основы экологии и экономика природопользования. Учебник [Текст]/ О.С. Шимова, Н.К. Соколовский // Мн.: БГЭУ, 2002. - 367 с.
2. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. 3-е изд., доп. и перераб [Текст]/ Муравьев А.Г. СПб.: «Крисмас+», 2009. 219 с.
3. Боруцька Ю.З. Кавітаційний та аераційний вплив гідродинамічних бар'єрів на якість природних вод басейну р. Стрий [Текст]/ Ю. З. Боруцька // Наукові записки ТНПУ. Серія: Біологія. 2015. № 3–4, Вип. 64. С. 66-69.
4. Снітинський В.В. Зміна якості природних вод на гідродинамічно-активних ділянках гірських річок [Текст]/ В.В. Снітинський, О.М. Яхно, П.Р. Хірівський, І.Р. Гнатів, Р.М. Гнатів// Матеріали XXV Міжнародної науково-технічної конференції «Гідроаеромеханіка в інженерній практиці», 6 – 9 жовтня 2020р., м. Київ. С. 256-259.

УДК 504.062

Кірюхіна Д.В., аспірант

Ілляш О.Е., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка»,

da.kycheryavaya@gmail.com

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

За останні 10 років у Полтавській області спостерігалася нестабільна тенденція щодо обсягів утворення відходів. За даними Головного управління статистики у Полтавській області, у 2019 р. від підприємств і організацій різної економічної діяльності та у домогосподарствах області утворилось 4541,850 тис. тон (у 2018р. – 4891,344 тис. тон; у

2017р. – 4110,990 тис. тон) відходів (без врахування утвореної пустої породи від дноглиблювальних робіт, обсяг якої складав: у 2019р. – 92900,964 тис. тон; у 2018р.– 30929,095 тис. тон; у 2017 – 35040,085 тис. тон).

Основна частина утворених відходів понад 99% від загального обсягу належить до IV класу небезпеки, з яких домінують відходи, що утворюються під час розробки родовищ та збагаченні корисних копалин. З них широко використовуються найбільш великотоннажні гірничо-промислові відходи (скельні породи). [1]

Обсяги утворення відходів I-III класів небезпеки в останні роки становили: у 2019 р. – 80,0 тис. тон; у 2018 р. – 100,9 тис. тон; у 2017 р. – 75,5 тис. тон.

У період 2017-2019 році на утилізацію направлялося:

- близько 57–67% від загальної кількості утворених відходів I-IV класів небезпеки, а саме: у 2019 р. – 3064,4 тис. тон. відходів; у 2018 р. – 2774,2 тис. тон.; у 2017 р. – 2708,3 тис. тон. (без врахування обсягів утвореної пустої породи від дноглиблювальних робіт);
- близько 21–27% від загальної кількості утворених небезпечних відходів I-III класів небезпеки, а саме: у 2019 р. – 16,1 тис. тон. відходів; у 2018 р. – 26,9 тис. тон.; у 2017 р. – 19,4 тис. тон.

В останні 10 років здійснювалось видалення небезпечних відходів I-III класів у спеціальні місця та на об'єкти, а у період 2017-2019 рр. їх кількість становила: у 2019р. – 1,8 тис. тон. відходів; у 2018 р. – 14,3 тис. тон.; у 2017 р. – 4,7 тис. тон. Відповідно значна кількість відходів різних класів небезпеки накопичуються протягом експлуатації у спеціально відведеніх місцях та об'єктах.

В результаті на даний час на території області (у місцях організованого складування, зберігання та захоронення) накопичено близько 2,5 млрд. тон відходів. Зокрема, залишається проблемою зберігання на територіях підприємств значної кількості промислових відходів, при цьому інформація про умови їх зберігання має не чіткий й не повний характер.

За даними Головного управління статистики у Полтавській області обсяг утворення відходів від домогосподарств станом на 2019 рік - 133940,5 тон, що складає 29,5% від загальної кількості відходів 4541,850 тис. тон (без врахування обсягів утвореної пустої породи від дноглиблювальних робіт) та 0,14% з їх урахуванням. [2]

Розподіл обсягів відходів за різними напрямами поводження за містами обласного значення та районами у період 2017 - 2019 роки має наступний характер:

- найбільші обсяги відходів I-IV класів, що направляються на утилізацію, – Новосанжарський, Великобагачанський, Глобинський, Оржицький райони та м. Кременчук – 1390323,3 тон або 45,4% від їх загального обсягу утилізації в області 3064667,3 тон (у 2019 р.);
- найбільші обсяги відходів I-III класів, що направляються на утилізацію, у м. Кременчуці – 13674,6 тон або 85% від їх загального обсягу утилізації в області 16096,6 тон (у 2019 р.);
- більша частка обсягів спалення відходів – у м. Полтава, а саме 26772,7 тон або 65,4% від їх загального обсягу спалення в області 40953,7 тон (у 2019 р.);
- найбільші обсяги відходів, що видалені у спеціально відведені місця чи об'єкти, зосереджуються в: м. Горішні Плавні - 62897603,8 тон або близько 98% від їх загального видалення (відходи гірничорудної промисловості), в м. Полтава (130745,5 тон) та м. Кременчук (305715,5 тон) (станом на 2019 р.);
- найбільший обсяг відходів, накопичених протягом експлуатації, у місцях видалення відходів I-IV класів небезпеки зосереджений у м. Горішні Плавні - 2402866262,7 тон, що становить 98,6% від їх загальної кількості накопичення 2435786106,9 тон (станом на 2019 р.);

- значні обсяги відходів I–IV класів небезпеки (станом на у 2019р.) накопичені у місцях видалення відходів також в: м. Кременчуці (25318524,7 тон), м. Полтаві (3444202,0 тон), Козельщинському районі (1655030,4 тон), Хорольському (538803,9 тон), Кременчуцькому (301168,9 тон), Пирятинському (182357,7 тон) та Карлівському (130380,0 тон) районах.

Відповідно ці дані констатують наявність у Полтавській області в останнє десятиліття тенденції щодо впевненого зростання обсягів утворення більшості видів відходів різних класів небезпеки й переважаючого напряму поводження з ними – видалення й розміщення у навколишньому середовищі.

Основними причинами цього є невідпрацьована система обліку, контролю та звітності за поводження з відходами й нерозвинута сфера послуг з утилізації та переробки відходів в області. Зокрема, з боку органів місцевого самоврядування контроль за раціональним використанням та безпечним поводженням з відходами здійснюється, в основному, за місцями видалення твердих побутових відходів, а накопичувачі інших відходів залишаються поза увагою органів виконавчої влади на місцях. Крім того, сфера поводження з промисловими відходами (ІІІ-ІV класу) та твердими побутовими відходами (ТПВ) в Полтавській області у достатній мірі не забезпечена сучасним техніко-технологічним обладнанням та екобезпечними технологіями, тому основним напрямом залишається їх захоронення на полігонах й видалення у спеціальні місця та об'єкти.

Список посилань

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Полтавській області 2019 рік. [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/2019/Полтавська%20область.pdf>

2. Головне управління статистики у Полтавській області. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.pl.ukrstat.gov.ua/>

УДК 620.91:551.521.37

Олійник Р.В., канд. фіз.-мат. наук, доцент

Кихтенко Я. В., студент магістратури

Київський національний університет ім. Т. Шевченка, ykihtenko@gmail.com

ВПЛИВ ХМАРНОСТІ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Технічна доцільність та економічна ефективність сонячної енергетики залежить від наявного сонячного ресурсу на даній території [1]. Геліоенергетичний ресурс може бути оцінений виходячи з багаторічних спостережень за характеристиками сумарної сонячної радіації. Для дослідження ресурсів сонячної енергії необхідно знати основні параметри випромінювання [2], такі як глобальне, дифузне та пряме випромінювання. Хмарність передозподіляє потоки прямої та розсіяної радіації, як показують емпіричні дослідження [3], вона послаблює потік сонячної радіації в середньому на 20-30%. Мінливість хмарності протягом дня викликає нерівномірність роботи геліоустановок, особливо сонячних колекторів, які налаштовані на потоки прямої сонячної радіації. У дні з мінливою хмарністю значна кількість сонячної енергії витрачається на подолання інерційності установок, яка коливається в досить широких межах: від кількох десятків хвилин до декількох годин [3].

Оцінки дифузного сонячного випромінювання ґрунтуються на використанні емпіричних даних [4], проте незадовільне покриття, зокрема, території України актинометричними (радіометричними) станціями диктує необхідність розвитку прогностичних моделей сонячної енергії - емпіричних моделей дифузного випромінювання з використанням індексу прозорості атмосфери та ступені ясності неба. Вони дозволяють отримати необхідні характеристики сонячного випромінювання навіть за відсутності актинометричного обладнання в даній локації. Розраховані середні багаторічні значення індексу прозорості

(k_t) та хмарності атмосфери (k_d) при фіксованому ступені ясності неба, дозволили отримати відповідні аналітичні залежності:

$$k_{ti} = a_i[1 - \cos(1 - n)\pi]$$
$$k_{di} = b_i[1 + \cos(1 - n)\pi],$$

де a_i, b_i - множники, що слабо залежать від широти місцевості.

Розрахункові індекси, при значеннях ступеня ясності неба ≤ 0.5 , мають похибку $< 10\%$. Проте, зі зростанням хмарності похибка помітно зростає, але не перевищує 20-25%.

Список посилань

1. Solar collector. [Internet] URL: https://energyeducation.ca/encyclopedia/Solar_collector
2. Bakirci K. 2015. "Models for the estimation of diffuse solar radiation for typical cities in Turkey," Energy, Elsevier, vol. 82(C), p.827-838. DOI: 10.18280/ijht.350213
3. Solar Radiation Basics [Internet]. URL: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-radiation-basics>.
4. Eugenia Paulescu, Robert Blaga. Regression models for hourly diffuse solar radiation / Solar Energy 125 (2016) 111–124 [Internet]. URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X15006672>

621.311

Діхтярук І.В., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», dihytaruk.ihor@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ SIMULINK ДЛЯ МОДЕлювання ДУГОВИХ ПЕРЕНАПРУГ ПРИ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАННЯХ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 6-35кВ

Замикання на землю струмопровідних частин в електричних установках є одним з найбільш поширеніших видів ушкоджень в електричних мережах. В розподільних мережах 6-35 кВ ці ушкодження складають не менше 75% від загального числа ушкоджень.[1] Однофазні замикання в мережі, особливо при малих струмах рідко переходят в стійкі однофазні пошкодження. Дуговий процес замикання, як правило, набуває нестійкий характер, при якому мають місце багаторазові гасіння і запалення заземлюючої дуги (поведінка дуги набуває перемежковуючий характер). Крім того, цей процес супроводжується виникненням значних перенапруг, які самі по собі або при їх накладенні на переходні процеси іншого виду (наприклад, комутаційні перенапруги при включені) можуть бути небезпечними для ізоляції обладнання мережі [3].

Небезпека дугових перенапруг визначається не стільки їх величиною, скільки тривалістю їх існування і тим, що вони охоплюють всю мережу (внаслідок відносно низької частоти протікання), створюючи можливість пробоїв ослаблених місць ізоляції непошкоджених фаз в інших точках мережі. Пробій ізоляції на неушкоджений фазі веде до виникнення подвійного замикання через землю. Подвійне замикання означає, що фаза, пошкоджена на одному з приєднань, має зв'язок через опір ґрунту з пошкодженою на іншому приєднанні. Така ситуація часто веде до протікання по петлі замикання значних струмів, величина яких може бути менше уставки дії релейного захисту, але більше номінального струму обладнання. Ці струми, які тривалий час не відключаються захистом (або відключаються з великою витримкою часу), викликають термічне руйнування розподільних пристройів і вигоряння кабелів на яких існує замикання, викликаючи тим самим міжфазні короткі замикання [4].

Метою даної роботи є вивчення дугових перенапруг та способів протидії їм. Для вивчення дугових перенапруг будемо використовувати програму MATLAB у якій створимо модель мережі 10 кВ. Приклад моделі зображенено на рисунку 1.

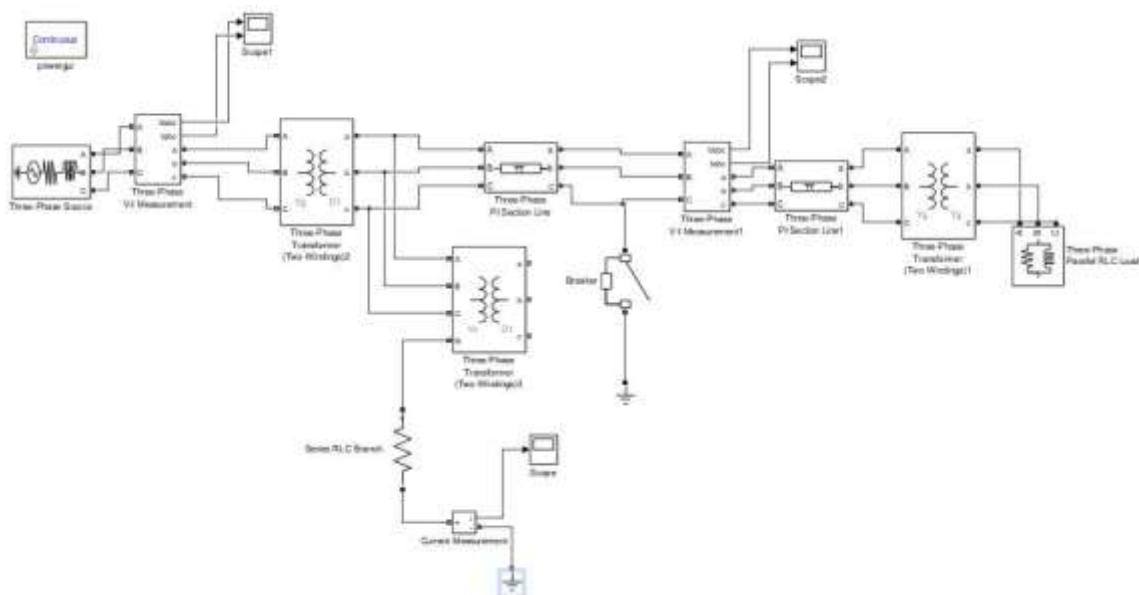


Рис. 1 – Модель мережі 10 кВ

Модель на рисунку 1 представляє собою лінію 10кВ з замиканням на землю на одній із фаз та нейтралью заземленою через високоомний резистор або дугогасний реактор. Для моделювання замикання у даній моделі використовується блок “breaker”, що замикається на короткий час створюючи ділянку з дуже малим опором по якій протікає струм на землю, послідовно до цього блоку підключається ємнісний опір. Довжина лінії 7 км виконана проводом марки АС 35/6,2.

Основними способами зниження перенапруг в мережі є заземлення нейтралі через резистор та встановлення дугогасних реакторів (компенсація ємнісного струму). Численні теоретичні дослідження і досвід експлуатації показують, що зменшити величину дугових перенапруг і число замикань на землю без значного штучного збільшення струму замикання на землю, зберігши тим самим можливість роботи мережі без автоматичного відключення однофазних ушкоджень, можна за рахунок включення в нейтраль мережі високоомного резистора. Важливою особливістю застосування високоомного резистивного заземлення нейтралі є те, що при зниженні ємності мережі постійна часу стікання заряду нульової послідовності через обраний резистор зменшиться, і, отже, стікання заряду відбудеться ще швидше. У мережах 6, 10, 35 кВ з струмами замикання на землю більше 30, 20 і 10 А відповідно [5] застосовується їх компенсація шляхом установки дугогасильних реакторів. При резонансної налаштування, коли ємнісний опір на землю рівний індуктивному опору реактора, ми отримуємо ряд сприятливих умов протікання процесів при однофазних замиканнях: мінімальний струм промислової частоти в місці пошкодження, мінімальна швидкість відновлення напруги на пошкоджений фазі після гасіння дуги, мінімальний рівень дугових перенапруг [2].

Висновки. Дугові перенапруги є одними з найбільш поширених в електричних мережах та потребують ретельного вивчення. Оскільки ці перенапруги є дуже складними процесами, які складно розраховувати, доцільно використовувати для їх дослідження програми здатні достатньо точно моделювати електричні мережі. За допомогою створеної у даній роботі моделі можна промоделювати однофазні замикання у різних умовах та дослідити ефективність протидії дуговим перенапругам.

Список посилань

- Лихачев Ф. А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов / Федор Андреевич Лихачев. – Москва: "Энергия", 1971. – 152 с.

2. Студопедия [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studopedia.ru/13_170277_dugovie-perenapryazheniya-v-setyah-s-neytralyu-zazemlennoy-cherez-visokoomniy-rezistor.html.
3. Ткач, В. І. Вплив однофазних замикань на землю на експлуатаційні показники надійності повітряних ліній 6-10 кВ ПАТ «Чернігівобленерго» / В. І. Ткач, В. М. Безручко, Р. О. Буйний // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 1. – С. 120-126. – doi:10.20998/2413-4295.2019.01.14
4. Безручко В.М., Буйний Р.О., Ткач В.І. Відбір потужності від струму однофазного замикання на землю для живлення приладу ідентифікації замикання // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – №4(151). – С.25-31. – doi: 10.31649/1997-9266-2020-151-4-25-31
5. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Форт, 2017. – 760с.

УДК 621.327

Приступа А.Л., канд. техн. наук, доцент

Кулик Б.І., канд. техн. наук

Гломозда М.В.

Національний університет "Чернігівська політехніка", a.l.prystupa@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПУЛЬТА ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО НАГЛЯДУ ЗА ОБ'ЄКТАМИ

З розвитком комп'ютерних технологій, систем передачі інформації протягом останнього часу з'являється все більше об'єктів, для яких наявність гарантованого електророживлення є дуже критичним. До таких об'єктів відносяться дата центри обробки інформації, Call центри, провайдери інтернет та мультимедійних сервісів, охоронні фірми та фірми, що здійснюють відеоспостереження та спостереження за об'єктом клієнта, за допомогою дистанційних систем сигналізації, тощо.

Багато вищезазначених об'єктів були створені на території вже існуючих будівель, системи електропостачання яких проектувались по нормам і правилам для комунально- побутових споживачів і можуть не забезпечувати вимоги щодо надійності та безперебійності електропостачання. Саме тому розробка рекомендацій щодо підвищення надійності та безперебійності електrozабезпечення даних об'єктів є актуальною задачею.

Засоби охоронної сигналізації знаходять досить широке застосування не тільки на підприємствах різних форм власності, але і в приватному секторі. На даний час існує велика різноманітність технічних засобів систем охоронної сигналізації з різними функціональними можливостями, технічними характеристиками та іншими показниками. Однак для всіх характерне те, що безперебійна робота охоронної сигналізації об'єкта залежить від правильності вибору технічних засобів для захисту конкретних об'єктів, якості виконання монтажних і налагоджувальних робіт і організації експлуатаційного обслуговування технічних засобів.

Серед електричного обладнання пультів централізованого нагляду за об'єктами можна виділити спеціалізовані комп'ютери, пристрой збору та передачі даних, пристрой освітлення, вентиляції та кондиціонування, мережеве обладнання. Частина електрообладнання працює практично з незмінним навантаженням, а частина приймачів має значну динаміку зміни навантаження. При неухильному збільшенні загальної потужності для того, щоб не допустити перевантаження окремих елементів електричної мережі, необхідно приділяти увагу питанню вирівнювання навантаження по окремих фазах. Високу ефективність у вирішенні даного питання дозволяє досягти метод впорядкованих діаграм [1]. На рис.1 приведено графіки струму та напруги в фазах, які були вимірювані на ТОВ "КОМКОН ГРУП" внаслідок застосування даного методу та перерозподілу приймачів електроенергії.

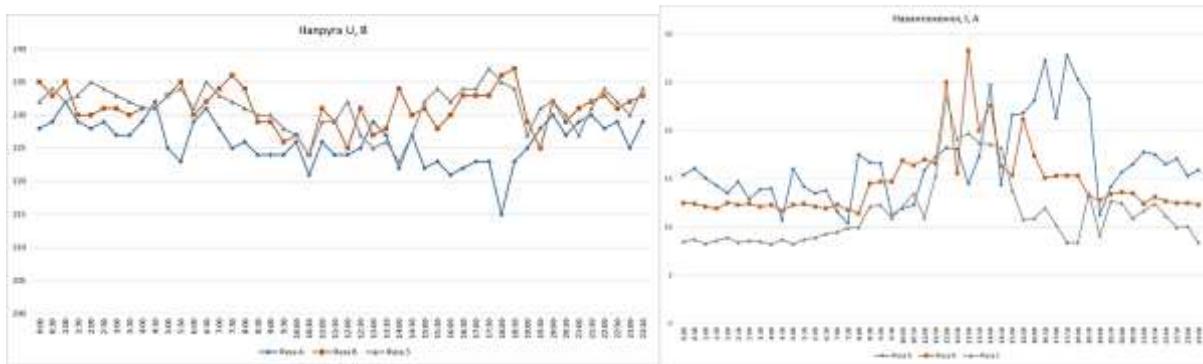


Рис.1 – Графіки зміни струму та напруги на ввідному пристрой ТОВ "КОМКОН ГРУП"

Як бачимо значення напруги після проведених заходів перебуває в допустимих межах, перевантаження елементів електричних мереж, навіть короткочасні, також відсутні.

Інший дуже важливий показник надійної роботи розглядаємих об'єктів є безперебійність електrozабезпечення. відповідно до вимог міжнародного стандарту EIA / TIA-492 розрізняють 4 рівні надійності даних об'єктів [2]: Tier 1 (N), Tier 2 (N + 1), Tier 3 (2N), Tier 4 (2 (N + 1)). Вищий рівень надійності накладає більш жорсткі вимоги до системи електропостачання: топологія, структура та виконання електричної мережі, джерела безперебійного живлення (ДБЖ), коригувальні вихідні перетворювачі для компенсації вищих гармонік, резервні джерела енергії, розподіл навантаження по фазах.

Вплинути на топологію та структуру електричної мережі для діючих об'єктів складно, адже може знадобитись багато часу, людських та фінансових ресурсів для приведення її відповідно до вимог стандарту, від коригувальних вихідних перетворювачів для компенсації вищих гармонік можна відмовитись, якщо використовувати ДБЖ з коректорами коефіцієнту потужності. Про розподіл навантаження було зазначено вище. Що стосується вибору резервного автономного джерела енергії, то на сьогодні найбільш перспективними є: сонячні батареї; вітрогенератори; автономна дизельна генераторна установка (ДГУ); автономна бензинова генераторна установка (БГУ).

До переваг сонячних батарей можна віднести відновлюваність даного джерела енергії, безшумність, відсутність шкідливих викидів в атмосферу, проте ряд недоліків: залежність інтенсивності сонячного випромінювання від добового і сезонного ритму, необхідність великих площ для розміщення, проблем утилізації відпрацьованих елементів та необхідність використання аккумуляторів для накопичення електроенергії та електропостачання споживачів в періоди часу, коли сонячного світла недостатньо робить це джерело поки що не дуже гарним для застосування в подібних системах.

Вітрогенератори, враховуючи статистичні швидкості вітру для півночі України, мінливість сили вітру і малу потужність одиничного вітрогенератора, значний рівень шуму, також є малоперспективними.

Отже на сьогодні альтернативним джерелом енергії, яке здатне виробляти електроенергії незалежно від природніх умов, є дизельні, бензинові або газові генератори, які у поєднання з буферними накопичувачами та інверторними перетворювачами дозволяють суттєво підвищити свій ККД та мають незначний час введення в роботу.

Таким чином коротко розглянуті основні складові, які впливають на надійність електропостачання пульта централізованого нагляду за об'єктами, які облаштовуються в існуючих будівлях. Відмічено аспекти, врахування яких дозволить підвищити надійність та безперебійність роботи подібних об'єктів, хоча для кожного окремого випадку потрібно робити більш глибокий аналіз.

Список посилань

1. Скоробогатова В.И. Оценивание электрических нагрузок по допустимому нагреву в действующих электрических системах с учетом реактивной составляющей / В.И. Скоробогатова,

Б.І. Кулик // Гірнича електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ: НГУ, 2014.
– Вип. 92. – С. 3-6.

2. ANSI TIA/EIA-942 (TIA-942) «Telecommunications Infrastructure Standard for Data Center»

УДК 621.311

Безручко В.М., канд. техн. наук

Буйний Р.О., канд. техн. наук

Ткач В. І., інженер

Національний університет «Чернігівська політехніка», slavajm@meta.ua

ІНТЕГРАЦІЯ ПРИСТРОЇВ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОДНОФАЗНИХ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ В SCADA-СИСТЕМУ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ

Авторами запропоновано пристрій ідентифікації однофазних замикань в мережах з ізольованою нейтраллю [1-3]. Принцип дії такого пристрою описано в [2], його пропонується встановлювати на металевому заземлюючому спуску траверси кожної опори повітряної лінії. При виникненні пошкодження на повітряній лінії він відправляє повідомлення на диспетчерський пункт через GSM-мережу стільникового зв'язку.

Розглянемо існуючі системи автоматизації для інтеграції такого пристрою в українських компаніях на прикладі АТ «ЧЕРНІГІВОБЛЕНЕРГО», в якому на сьогодні існує кілька окремих систем управління мережами.

Перша система – це автоматизована система обліку електроенергії. Ця система використовується лише для комерційного обліку енергії.

Друга система – це SCADA-система, яка використовується для моніторингу стану електромережі та відповідних вимірювань, а потім для виконання необхідних контрольних дій. Існуюча SCADA-система АТ «ЧЕРНІГІВОБЛЕНЕРГО» складається з трьох рівнів. Перший рівень – це рівень станцій та ліній електропередач, на якому розташоване обладнання для моніторингу та вимірювання. Другий рівень – рівень місцевого центру управління – де розташовані диспетчерський та локальний сервер, до яких підключена інформаційна лінія від обладнання підстанції та лінії електропередач. Третій рівень – це рівень головного центру управління, до якого підключено багато інформаційних ліній з місцевих центрів. Усі центри управління використовують програмне забезпечення MicroSCADA Pro від фірми ABB. Структура SCADA-системи, як ця, однакова у більшості мережевих компаній України.

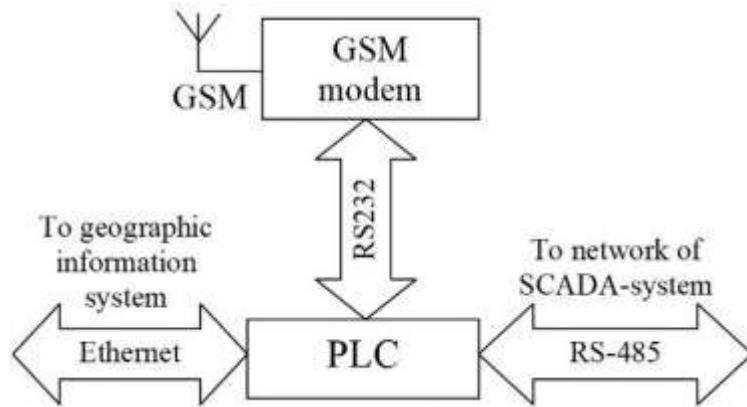


Рис. 1 – Схема інтеграції пристрою в існуючі системи

Третя система – це геоінформаційна система (ГІС). ГІС – це комп’ютерна система для збору, зберігання, перевірки та відображення даних, пов’язаних із положеннями на поверхні планети Земля. У Чернігівській області до бази даних ГІС вже додано найбільшу кількість повітряних ліній електропередач 6-10кВ з їх підстанціями 10 (6) /0,4кВ з їх

координатами розташування. Ця система використовується для швидкої координації операцій під час експлуатації електричних мереж.

Інформація від запропонованого пристрою має надходити на сервер SCADA-системи в місцевий центр управління, який знаходиться в регіоні, оскільки регіональні служби повинні ремонтувати пошкодження. Для підключення до існуючих систем слід використовувати таке обладнання, як GSM-модем, підключений до програмованого логічного контролера (PLC). Пропонована схема показана на рис. 1. Повідомлення, яке пропонований пристрій надсилає на сервер, складається з унікального коду пристрою. Цей код повинен бути в базі даних і мати еквівалентну опору на лінії електропередачі. Коли цей код надходить на сервер центру управління, центр управління перетворює його і розпізнає місце, де сталася однофазне замикання на землю. Після цього дані повинні надсилятися на головний сервер, де вони будуть зберігатися в журналі подій. Дані також слід надсиляти до ГІС. Ця система може бути використана для візуального представлення даних про місце знаходження однофазного замикання на землю. Експлуатуючий персонал може використовувати його для навігації під час пошуку пошкодження.

Класична послідовність дій при виникненні замикання на землю передбачається наступна. Диспетчер отримує сповіщення про однофазне замикання на землю на моніторі SCADA-системи, після чого оперативно-виїздна бригада направляється для проходження вздовж повітряної лінії та пошуку пошкодження. ГІС використовується лише для навігації по місцевості, побудови маршруту для бригади, аналізу під'їзних шляхів тощо.

Якщо запропонований пристрій встановити на опорах повітряної лінії, процес пошуку місця однофазного замикання на землю буде кардинально відрізнятися. Після виникнення несправності бригада аварійних служб починає підготовку до виїзду, що займає щонайменше 10 хвилин. За цей час повідомлення від пристрою надійде до ГІС.

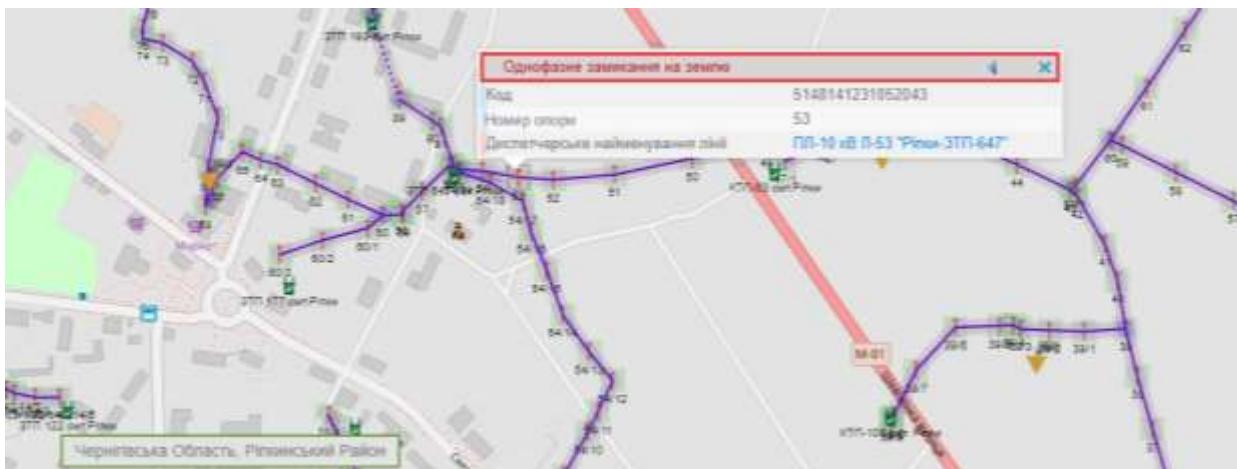


Рис. 2 – Знімок екрана із системи ГІС із прикладом повідомлення про несправність

Тому час виявлення місця пошкодження складає 10 хвилин. Якщо аварійна бригада отримає повідомлення про місце, вона негайно виrushить, щоб усунути пошкодження. На рис. 6 показано частину плану смт. Ріпки з ГІС-системи з повітряною лінією електропередачі з усіма опорами та приклад повідомлення про пошкодження. Опора з несправністю позначена червоним кольором, а в таблиці наведено унікальний код пристрою та назву диспетчерську назустрічі лінії з номером опори, на якій є пошкодження.

Список посилань

1. Bezruchko, V., Buinyi, R., Strogij, A., Tkach, V. Integration of New Single-Phase-to-Ground Faults Detection Devices into Existing SmartGrid Systems // IEEE 6th International Conference on Energy Smart Systems, ESS 2019 – Proceedings, Kyiv, Ukraine, 2019, pp.84-87. – doi: 10.1109/ESS.2019.8764237.
2. Безручко В.М., Буйний Р.О., Строгій А.Ю. Використання GSM технологій при ідентифікації місць однофазних замикань на землю в електричних мережах з ізольованою нейтраллю зі

штильовою ізоляцією // Технічна електродинаміка. – 2018. – №5. – С.96-99. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.05.096>

3. Безручко, В.М. Інноваційний підхід до визначення місць однофазних замикань на землю в мережах 6-35кВ при реалізації концепції SMART GRID в Україні / В.М. Безручко, Р.О. Буйний, В.І. Ткач // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2019. – № 1. – С. 15-20. Режим доступа: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/47302>

УДК 621.91

Дешко В.І., докт. техн. наук, професор
Білоус І.Ю. канд. техн. наук, доцент

Гетманчук Г.О., аспірант

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
hetmanchuk.anna@gmail.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В БАГАТОКВАРТИРНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДИНКУ СІМЕЙНОГО ТИПУ

Одним з пріоритетних напрямків енергетичної політики України є підвищення рівня енергоефективності багатоквартирних житлових будинків та забезпечення умов комфорту в приміщеннях. Витрати на нагрівання інфільтруючого повітря в приміщеннях є найбільшими після заходів з термомодернізації. При умові дотримування вимог щодо кратності повіtroобміну вентиляційні втрати теплоти може сягають 70%.

Вентиляція - це один з основних елементів забезпечення належного мікроклімату в приміщенні, в основі якого видалення відпрацьованого повітря з приміщення. При відсутності вентиляції в закритих приміщеннях зростає концентрація шкідливих речовин, в першу чергу діоксиду вуглецю, що негативно позначається на самопочутті людей, викликає сонливість, головний біль, втрату працездатності [1].

Рівень концентрації CO₂ виступає індикатором якості повітря у житлових приміщеннях. Концентрація вуглекислого газу змінюється залежно від кількості людей у приміщенні, тривалості їх перебування в ньому та кратності повіtroобміну [2]. Потрібно відмітити, що в більшості існуючих багатоквартирних будівлях масової забудови механічна вентиляція або не працює, або передбачена [2].

Метою роботи є експериментальне дослідження концентрації CO₂ у в гуртожитку сімейного типу з природною вентиляцією.

Об'єктом дослідження обрано протяжний 9-поверховий типовий житловий будинок (гуртожиток сімейного типу) в м. Київ, квартири в якому відповідають малогабаритним однокімнатним квартирам часів масової забудови. Огорожуючі конструкції відповідають вимогам масової забудови 80-х років XX століття, тобто мають низький термічний опір. В будинку передбачена канальна природна вентиляція.

Дослідження концентрації вуглекислого газу в приміщеннях відбувалось в період міжсезоння для репрезентативній однокімнатної квартири, яка знаходитьться на 9 поверхі, площею 36,5 м² для житлової кімнати, кухні та ванної кімнат. Проводились експериментальні заміри зміни концентрації CO₂ з закритими і відкритими вікнами та дверима, за присутності та відсутності мешканців. В квартирі проживає дві дорослі особи.

На рис.1 наведено графіки зміни концентрації CO₂ в приміщенні житлової кімнати для умов постійного перебування двох осіб та закритих вікнах. При середній температурі зовнішнього повітря 1,3°C та західному напрямку вітру концентрація діоксиду вуглецю в приміщенні (рис. 1, а) за час вимірювання невпинно зростала від 503 ppm до 2146 ppm, що пояснюється підвітряною стороною розташування квартири. При середній температурі зовнішнього повітря 5,4°C та південно-східному напрямку вітру концентрація CO₂ в

приміщенні спочатку зросла від 1485 ppm до 1701 ppm, а потім почала знижуватись до 928 ppm., що пояснюється навітряним розташуванням квартири. При відкритті вікон на провітрювання за 30 хв. рівень CO₂ понижується до 900 ppm. Потрібно відмітити, що за рахунок стак ефекту рівень CO₂ не досягає фонової концентрації, адже повітря в кімнату надходить з коридору, що і обумовлює збільшену концентрацію CO₂ в припливному повітрі для квартир верхніх поверхів.

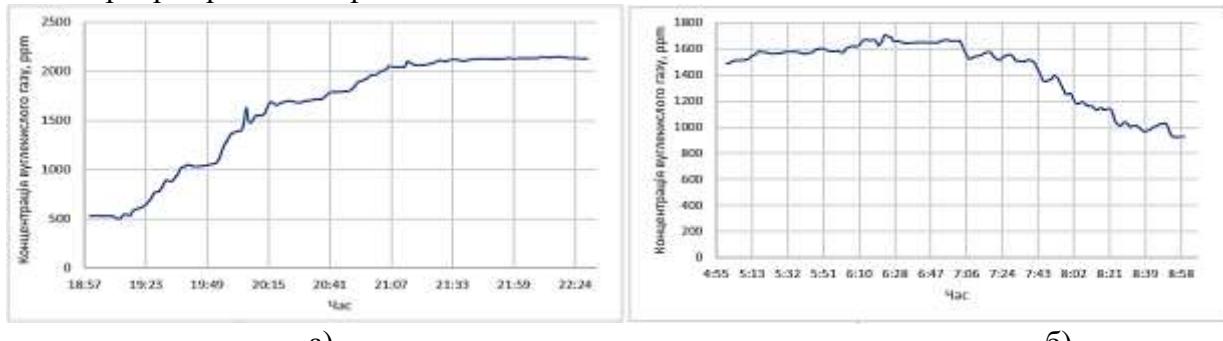


Рис. 1 – Зміна концентрації CO₂ в житловому приміщенні для підвітряної (а) та навітряної (б) орієнтації квартири

Рекомендовані типові значення для класифікації за рівнем концентрації CO₂ наведено у таблиці 1. Класифікацію за рівнем концентрації CO₂ зазвичай використовують для приміщень, які призначені для перебування людей, де куріння заборонено і де головним джерелом забруднення є виділення від діяльності людей [3].

Таблиця 1 - Класифікація за рівнем концентрації CO₂ у повітрі будівлі/приміщення [3].

Умови мікроклімату	Рівень концентрації CO ₂ у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm	
	Типовий діапазон	Типове значення
Підвищенні оптимальні	< 400	350
Оптимальні	400 - 600	500
Допустимі	600- 1000	800
Обмежено допустимі	> 1000	1200

Висновки. Різниця в результатах даних дослідів свідчить, що в будівлях з природною вентиляцією значний вплив на зміну концентрації CO₂ має не лише присутність людей, а і зовнішні фактори, такі як температура зовнішнього повітря та напрямок вітру, а також розташування квартири.

Високе значення концентрації CO₂, що без провітрювання трималось на рівні 1600-2000 ppm в усіх приміщеннях квартири, свідчить про недотримання відповідної якості повітря шляхом природного провітрювання та необхідності використання комбінованої системи механічної та природної вентиляції

Список посилань

- ДСТУ Б EN15251:2011. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики: (IEN 15251:2007, IDT). Мінрегіон України, 2011. 65 с.
- Дешко В.І., Білоус І.Ю., Винорадов-Салтиков В.О., Суходуб І.О., Яценко О.І. Експериментальне дослідження якості повітря та повітрообміну в закладах освіти та житлових будівлях. ВІСНИК КНУТД. №4 (148). 2020. С. 25-37.
- ДБН В. 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [чинний від 01.09.2013 р.] – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – 30с.

УДК 661.18.658.562 : 502/504 (043.3)

Білик Т.І., канд. біол. наук., доцент

ПВНЗ «Міжнародна академія екології та медицини», м. Київ, larus_2010@ukr.net

Веренікін О.М., дослідник

Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ verenikin@delamark.ua

Бондаренко А.О., студентка

Гетьман А.О., студентка

Тремасова П. С., студентка

Національний авіаційний Університет, м. Київ, 0965498662@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ БЕЗФОСФАТНИХ МИЙНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ ЗМІНОЮ КОМПОНЕНТНОГО СКЛАДУ

Синтетичні мийні засоби (СМЗ) широко використовуються населенням, зокрема у зв'язку з пандемією коронавірусної інфекції Covid- 19 у всьому світі спостерігається збільшення їх використання для протиепідемічних заходів, підтримання належного санітарного стану приміщень та особистої гігієни. Економічно розвинені країни, на відміну від України, вже давно відмовилися від використання фосфатних СМЗ внаслідок їх шкідливого впливу на довкілля, особливо на водні екосистеми [1]. Біологічні ефекти СМЗ різnobічні (евтрофікація, токсичність для водяних організмів) і особливо небезпечні для самоочисного потенціалу водойм через вплив насамперед на організми-фільтратори (дафнії, молюски), що показано дослідженнями як вітчизняних, так і зарубіжних вчених [2-4]. Про це свідчать як основні токсикологічні показники, так і значення швидкості фільтрації безхребетних гідробіонтів.

При розробленні рецептур безфосфатних МЗ перед виробниками постають задачі збереження високої мийної здатності і екологічної безпечності водночас. Компонентний склад передбачає насамперед наявність комплексуторювачів для зменшення жорсткості води та поверхнево-активних речовин (ПАР) для відмивання забруднень. Інші складові включають барвники, відбілювачі, ферменти, консерванти, ароматизатори. Розроблення рецептури безфосфатних мийних засобів (пральні засоби) з поліпшеними екологічними властивостями здійснювалося шляхом доцільної заміни інгредієнтів порівняно зі стандартними (рамковими) складовими, у результаті чого було створено рецептури, в яких не тільки дотримано екологічних стандартів, що відповідають системі маркування СОУ, а й підвищено окремі або взаємозумовлені (синергічні) функціональні ефекти [5]. Так, оптимізація системи комплексуторювачів підвищила мийну здатність, зменшила осадження мінеральних речовин, а завдяки використанню натрій глюконату, полікарбоксилату та похідних етилендіамінтетраоцтової кислоти замість фосфоромісних комплексуторювачів досягнуто зв'язування неорганічних сполук, які підвищують жорсткість води та стимулюють повторне осідання частинок бруду на очищенну поверхню. Застосуванням безфосфатних компонентів - Трилону М (тринатрієва сіль метилгліциндиоцтової кислоти), полікарбоксилатів та глюконату натрію у поєднанні з мілом було досягнуто синергічного ефекту значного підвищення мийної здатності та стабілізації ензимів, чим було знижено їх протеолітичне розкладання. Уведення аніонних (АПАР) та неіонних поверхнево-активних речовин (НПАР) у співвідношенні не менше ніж 1:2 в складі МЗ дозволило досягнути ступеня мийної здатності на рівні 98%. При цьому частка допоміжних складових усіх рецептур (барвник, ароматизатор, оптичний відбілювач, консервант) склала менше 1%. Доведено, що ефективними каталізаторами мийної здатності безаніонних ПАР виступають органічні речовини (лімонна кислота, глюконат натрію). Також була здійснена заміна небезпечної для гідробіонтів компонента алкілбензолсульфокислоти [6] на альфа-олефінсульфонат натрію, що підвищило мийну здатність засобу. Оцінка екологічної прийнятності розроблених рецептур мийних засобів та

експериментальної технології їх виготовлення виявила, що експериментальні рецептури повністю відповідають вимогам стандартів СОУ OEM 08.002.12.065:2016 Засоби мийні та засоби для чищення.

Еколо-токсикологічна оцінка мийних засобів шляхом біотестування на *Daphnia magna*, проведена в умовах експерименту, у діапазоні концентрацій від 0,01 до 100 мг/л, показала суттєву безпечність безфосфатного СМЗ з покращеними екологічними характеристиками. Так, в наших дослідженнях показано, що при концентрації 100 мг/л виживає 90% особин через 78 годин впливу, в той же час фосфатний мийний засіб призводив до 100% загибелі гіллястовусих ракоподібних фільтраторів вже через 48 годин. Така ж тенденція спостерігалася при всіх дослідженнях нами концентраціях. Таким чином, при порівнянні фосфатного та безфосфатних СМЗ з різним компонентним складом, встановлено, що використання в якості комплексоутворювачів та ПАР обраних компонентів дозволило мінімізувати вплив на безхребетних гідробіонтів-фільтраторів. Показано, що дафнії виявилися чутливими і можуть бути інформативним тест-об'єктом для визначення токсичноності та екологічної безпечності мийних засобів . Отримані нами результати узгоджуються з даними інших авторів стосовно значно більш токсичного впливу фосфатних пральних порошків на прісноводних молюсків [4].

Підводячи підсумок, можна відзначити, що заміна екологічно небезпечних компонентів СМЗ на нетоксичні, при збереженні споживчих характеристик, дає можливість не зашкоджувати довкіллю, зокрема водним екосистемам. В той же час, для підвищити рівня безпеки навколошнього природного середовища, необхідне термінове вдосконалення національної нормативно-правової бази, що стосується виробництва і застосування безпечної побутової хімії шляхом адаптації її до міжнародних вимог, зокрема до законодавства Європейського Союзу.

Список посилань

1. Основні засади управління якістю водних ресурсів та їхня охорона : навч. посібник / В. К. Хільчевський, М. Р. Забокрицька, Р. Л. Кравчинський, О. В. Чунарьов / за ред. В. К. Хільчевського – К. : ВПЦ "Київський університет", 2015. – С.88-89.
2. Білик Т.І., Веренікін О.М., Леонт'єва Т.О. Вплив сучасних мийних засобів на гідробіонти-фільтратори водних екосистем // Екологічні науки.- 2021.- №7(34).-С.122-128.
3. Pattusamy V., Nandini N., Bheemappa K. Detergent and sewage phosphates entering into lake ecosystem and its impact on aquatic environment. Int J Adv Res. 1(3).- 2013. -P. 129–133.
4. Уваєва О.І., Сарган А.П. Вплив синтетичних миючих засобів на фільтраційну роботу прісноводних молюсків // Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. 2011.- № 2 (47). -С. 147–150.
5. Веренікін О.М. Удосконалення технологій виробництва екологічно чистих мийних засобів. Автореф.дис...канд.т.н. Київ.- 2021.- 20 с.
6. Rejeki S, Rahmat A. Chronic effects of detergent surfactant (linear alkylbenzene sulfonate) on the growth and survival rate of sea bass (*Lates calcalifor Bloch*) larvae. J Coast Devel, 8(3) .-2013. - P.207–226.

СЕКЦІЯ 8

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ІНФОРМАЦІЙНА БЕЗПЕКА. ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ. ЕЛЕКТРОНІКА

UDC 629.07.017

Cherednikov O.M., Cand. tech. sciences, associate Professor
Golub V.M., Cand. tech. sciences, associate Professor
Boyarov V.T., leading researcher

State Research Institute for Testing and Certification of Arms and Military Equipment

STATISTICS IN APPROACHES FOR FORECASTING THE RELIABILITY AND SAFETY OF HELICOPTER FLIGHTS

Aviation equipment (JSC) is operated in the conditions of the produced primary resource. JSC and as a high-tech defense product needs throughout the life cycle (LC) to maintain the required quality, reliability and safety. The state of flight safety in general characterizes the quality of the system "helicopter-man-environment".

The main source of information for the analysis of the flow of faults during their operation of the JSC should be considered monthly fault cards and reports that reflect the technical condition of certain types of JSC and provided by operators twice a year.

Statistical analysis shows that the flow is random and unexpected, and its occurrence can be considered as a flow of events in which faults are distributed according to Poisson's law. According to such properties of the fault flow, it is quite possible to determine the trend of changing the level of reliability of the aircraft and its systems, using such a reliability indicator as the parameter of the fault flow $z(t)$, which characterizes the level of operational reliability.

The results of the analysis of the indicator $z(t)$ showed that for the period 2016-2019. there is a gradual increase in this indicator in the considered types of helicopters, as shown in figure 1.

This figure is calculated as the ratio of the total number of faults detected in flight and on the ground to the flight volume of the helicopter with an accuracy of 0.001 without rounding with a confidence level of $\beta = 0.95$. It can be used in the implementation of control algorithms to display the current values of the reliability of helicopters outside the specified control parameters. Uneven distribution of initial data on the reliability of individual systems requires ranking of flight safety indicators according to the degree of danger of the causes (factors) of adverse events.

At the same time, with the help of the Ricoa accident rate, which measures the effectiveness of flight safety due to the number of detected flight failures per 100 hours of flight, it is possible to conduct research to determine the approximate flight safety thresholds to be monitored in subsequent periods of aircraft operation. as it is desirable not to allow them to go beyond the limits set by regulations [2, 3].

According to the developed advanced method [1], using statistical data obtained during the operation of the JSC, it is possible to calculate the estimated point indicators of operational reliability and flight safety.

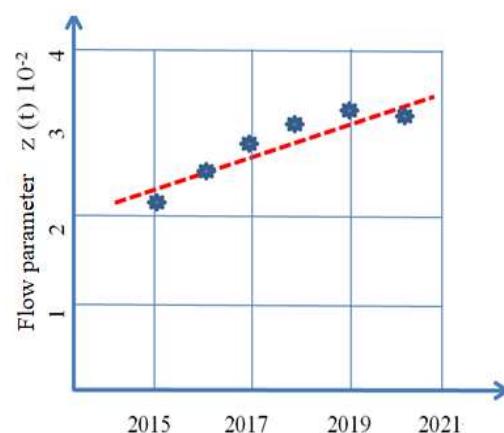


Fig. 1. – The general trend of changing the parameter of the failure rate of helicopters for all types

According to the concept of "Acceptable Level of Safety Indicators (ALoSP)", using the trend of change in Rikao, calculated approximate safety thresholds that need to be monitored in subsequent periods of operation of the helicopter.

According to this concept, we can distinguish three levels of flight safety and determine them according to the principle of "traffic lights":

- the first acceptable level (green) ZR_{Ricau} ;
- the second target level (yellow) GR_{Ricau} ;
- the third critical level (red) RR_{Ricau} .

These traffic light levels are calculated based on the average value of the Ricau statistical data sets. (for previous years) and standard deviation SD (rms). The relative Ricau crash rate actually takes into account the total number of failures detected per 100 hours of flight:

$$Ricau = (n / T) \times 100$$

where: n – number of failures per year;

T – the total amount of raid per year.

To select the confidence probability, as well as the relative error in the assessment of operational reliability, a study of information on malfunctions according to operational data .The analysis of the problem of determining the trend of changes in the reliability of helicopters showed that for a reliable assessment it is necessary to constantly monitor flight safety and identify and process statistics of the causes that lead to malfunctions of aircraft and their subsystems [4-6].

The implementation of the methodological approach to determine the "temporary upper control limit of reliability" for different types of helicopters makes it possible to develop forecasts of the level of reliability of the aircraft and set target values that need to be maintained or improved.

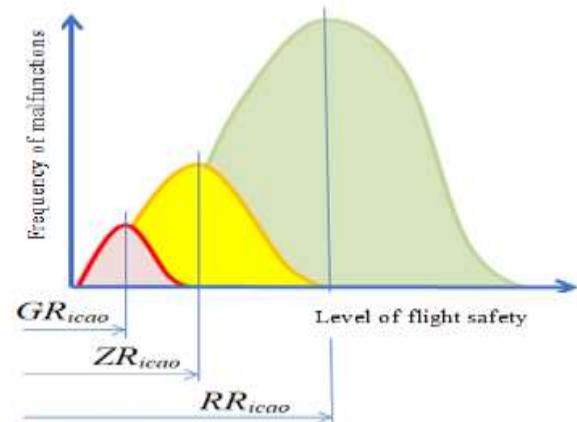


Fig. 2. – Graphical interpretation of security levels

List of references

1. Analysis of methodological approaches to assessing the reliability of aviation equipment of state aviation according to operational data / VM Golub, AG Pavlenko, OM Cherednikov, VM Chupryna // Collection of scientific works of DNDI VS OVT - Chernihiv: Brahynets OV, 2019. - Issue. №2. - P. 53--61 (in Ukrainian).
2. ICAO Safety Report 2020 [Electronic resource]. Access mode: <https://www.icao.int/safety/Pages/SafetyReport.aspx> (access date: 25.04.2021).
3. DSTU 3021-95 Testing and quality control of products. Terms and definitions. [Electronic resource]. - Access mode: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82322 (in Ukrainian).
4. Operational reliability of aircraft and flight safety for 2019. - Chernihiv: DNDI VS OVT, 2020 - 108 p. (in Ukrainian).
5. On the development of models of reliability of aircraft (on the example of helicopters) / Bursala OL, Cherednikov OM, Golub VM, Trigub YI // Collection of scientific works of the State Research Institute of Testing and Certification of Arms and Military techniques. 2020. Vip. № 2 (4) C.8-16 DOI: 10.37701 / dndivsovt.4.2020.02. (in Ukrainian).
6. Determining the trend of changes in the reliability of helicopters of the State Aviation of Ukraine / Golub VM, Bashinsky VG, Zhdanyuk MM // Collection of scientific works of the State Research Institute of Testing and Certification of Arms and Military Equipment. 2020. Vip. № 2 (4) C.17- 27. DOI: 10.37701 / dndivsovt.4.2020.02. (in Ukrainian).

UDC 004

Meleshko O.O., senior lecturer, associate professor

Kushchevskyi D.R., student

National Aviation University, Kyiv

SOFTWARE FOR PERFORMING CLIENTS-SIDE END-TO-END ENCRYPTION

Increasingly, people are wondering what information is collected about them, on which servers it is stored and how it will be used. Authorities in different countries are working on legislation to make usage of cookies and personal data by applications more transparent and clearer to users. However, there are systems that have become an integral part of our lives and the world's economies. Such systems are products of Google, Microsoft, Facebook, Amazon. The key issue is that there is no alternative for a user who is dissatisfied with privacy policies and the way the data is used. For example, when using Google Classroom in teaching students. Students must provide personal data and other information, otherwise they will not participate in the learning process. Facebook is having a leading position among social networks, but it is known for content filtering, censoring, suspending or banning accounts. Twitch, the largest streaming platform, is known for promoting certain values and reacting very aggressively to any criticism. Such actions on the part of technology giants should alert not only ordinary users, but also entire countries. The most dangerous are modern smartphones that have firmware from the vendor and the above giants, as well as hardware-level solutions that track geolocation, that is, collect data about places where the users go, where they live and work and send it all to servers. There are solutions that can solve some of the problems, such as: Diaspora, Thunderbird, k9mail, mutt, Tor and others. But the major challenge is that a user needs to be competent in configuring the software and have the desire to leave the usual comfort zone. It is easier for society to accept the fact that it is being monitored and interpret the problem as follows: "honest people have nothing to hide", but this can hardly be a correct statement.

Based on the arguments above, there can be proposed a solution that will use the existing infrastructure and interfaces while providing an additional layer of security. An implementation is a proxy server that encrypts the text of a user's message in real time before sending it to a Google server. The machines of both the user and the person with whom he/she shares information should have working proxy servers which coordinate the public key through the i2p tunnel and carry out end-to-end encryption of letters. Google receives and stores messages in the encrypted form. As a result, the users don't leave the comfort zone, stay with their favorite service while receiving the necessary security. Moreover, the solution is completely free and does not require servers, white IP addresses and additional administration. The scheme of the system presented in Fig.1.

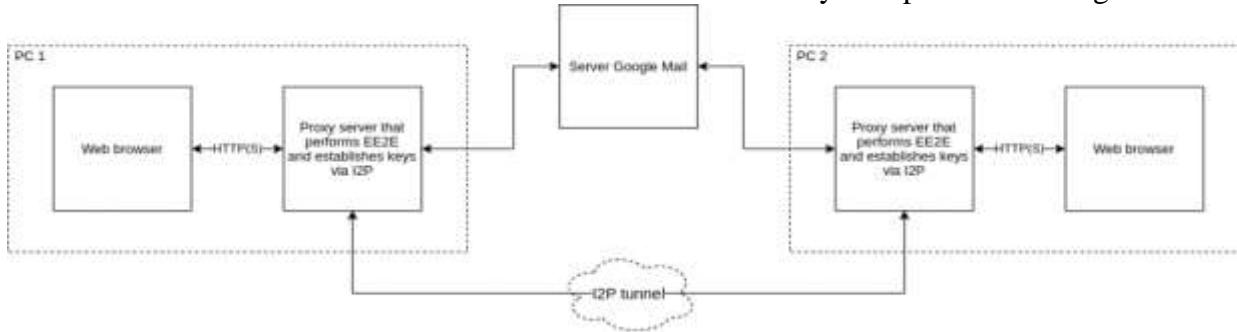


Fig 1. Scheme of system operation

List of references

1. The diaspora* Project [Electronic resource]. – Access mode: <https://diasporafoundation.org/>
2. Thunderbird free email application [Electronic resource] – Access mode: <https://www.thunderbird.net/en-US/>

3. Invisible Internet Protocol: Network without borders [Electronic resource]. – Access mode: <https://i2pd.website/>

UDC 537.876 / 537.877

Pakhaliuk B.^{1,2}, PhD student

Shevchenko V.², PhD student

Strzelecki R.¹, Prof. D.Sc.

¹ Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland

² Chernihiv Polytechnic National University, Chernihiv, Ukraine, bohdan.pakhaluk@gmail.com

Zakis J., PhD

Riga Technical University, Riga, Latvia

HARMONICS INFLUENCE ANALYSIS IN MODIFIED INDUCTIVE MULTI-COIL WIRELESS POWER TRANSFER APPROACH BASED ON Z-SOURCE NETWORK

Main harmonics analysis is sufficient to estimate main system relations in resonant systems. For the case of Z-source network, due to the non-sinusoidal voltage [1] which is applied to the transmitting part, the FFT analysis was applied to estimate the distribution of the transmitted power for the main harmonics and its influence on the system. Fig. 1b shows main components of the coupled part and how they are reflected to the primary side. R_{cl} corresponds to the conduction losses in coils, Z_{r_cl} reflects losses in receiving coil, Z_{r_Leq} is the reflected impedance of the load and Z_{r_im} is the reflected impedance of the receiver's reactive components. Accordingly, to the model [2], [3] impedance of the transmitting part with compensation capacitors for proposed solutions can be obtained from (1) and (2).

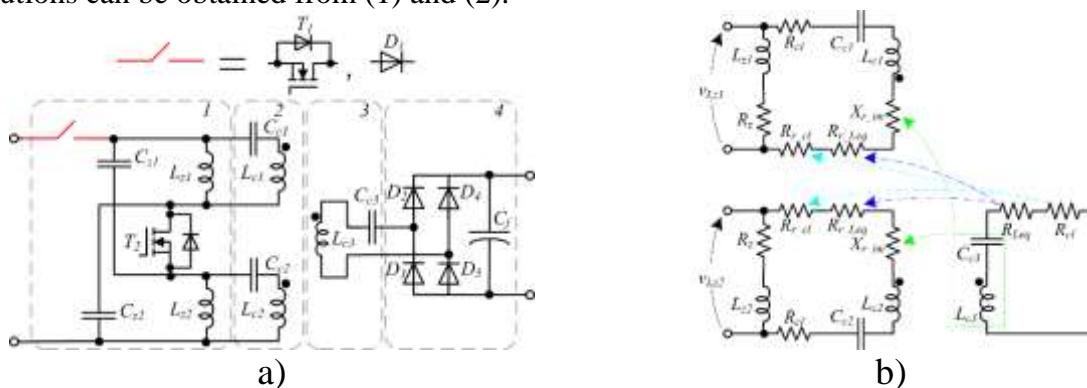


Fig. 1 – Proposed topology: a) schematic diagram; b) coupled coils model with losses

$$Z_{tr} = \frac{2\omega_h^2 M^2}{Z_{sec}} + R_{cl} + j(\omega_h L - \frac{1}{\omega_h C}); \quad (1)$$

$$Z_{tr} = \frac{2\omega_h^2 M^2}{Z_{sec}} + R_{cl} + j(\omega_h(L + M_{12}) - \frac{1}{\omega_h C}); \quad (2)$$

Where ω_h corresponds to the frequency of the specific harmonic, Z_{sec} is the impedance of the receiver side which is being reflected to the receivers. Impedance of the secondary side:

$$Z_{sec} = R_{cl} + R_{Leq} + j\omega_h L - \frac{1}{\omega_h C}; \quad (3)$$

By substituting secondary side impedance (3) into transmitting impedance (1), (2) and by taking $Z_{Lz1,Lz2} = R_{cl} + j\omega_h L_{z1,z2}$ impedance obtained on terminals can be obtained from:

$$Z_{trm} = \frac{Z_{Lz1,Lz2} \cdot Z_{tr}}{Z_{Lz1,Lz2} + Z_{tr}}; \quad (4)$$

Finally, in such way, by evaluating currents in specific branches, the output power and power dissipated on all passive components can be obtained. Power applied to the terminals for the particular harmonic can be evaluated from (5), where voltage v_{trm} is being evaluated from model.

$$P_{trm} = \left| \frac{v_{trm}}{Z_{trm}} \right|^2 \cdot \text{Re}(Z_{trm}); \quad (5)$$

Fig. 2a. Show that 2-6 harmonics of the V_{Lz} have comparably high amplitude. From the other side power which is transmitted on these harmonics is maintained on low level (Fig. 2b) and approximately equal to 2.5% of all transmitted energy. Should be noted that at first harmonic reactance (Fig. 2c) is remaining zero and states about full IPT circuitry compensation. The power losses distribution can be seen on the next diagram. System efficiency can be evaluated from the equation (6) where P_{trm} (5) are power consumed by R_z , R_{cl} , R_{r_cl} , R_{r_Leq} . P_{T1} , P_{T2} are losses in transistors and body diode. Losses distribution for each state of the topology is depicted in Fig. 2d – Fig 2f.

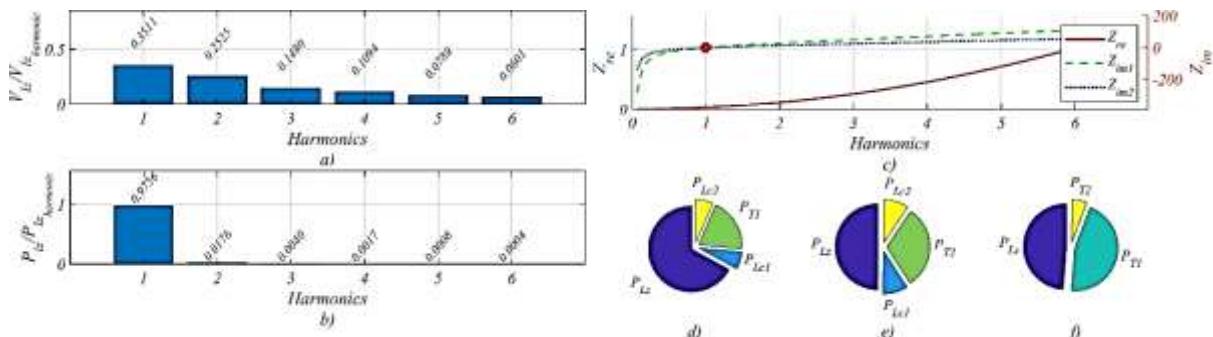


Fig. 2 – Results of model simulation: (a) harmonics distribution of V_{Lz} ; (b) harmonics distribution of P_{Lz} ; (c) reflected impedance for main harmonics; (d) Losses distribution of first state; (e) Losses distribution of second state; (f) Losses distribution of third state

$$\begin{cases} P_I = P_{T_1} + 2 \cdot P_{trm} \\ P_{II} = P_{T_2} + 2 \cdot P_{trm} \\ P_{III} = P_{T_1} + P_{T_2} + 2 \cdot P_{trm} \end{cases} \Rightarrow E = \frac{P_I + P_{II} + P_{III}}{P_{I_{load}} + P_{II_{load}} + P_{III_{load}}}; \quad (6)$$

By using the FFT analysis it was shown that main harmonics analysis is also sufficient for the cases of wireless charging systems based on Z-source network.

List of references

1. B. Pakhaliuk, O. Husev, R. Strzelecki and K. Tytelmaier, "Optimal Components Design for Modified Z-Source Based IPT Approach," 2018 IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), 2018, pp. 11-16
2. B. Pakhaliuk, O. Husev, V. Shevchenko, J. Zakis, M. Khomenko and R. Strzelecki, "Modified Inductive Multi-Coil Wireless Power Transfer Approach Based On Z-Source Network," in IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics
3. B. Pakhaliuk, O. Husev, R. Strzelecki, K. Tytelmaier, J. Zakis and D. Stepins, "Optimal Multivariable Control for Modified Z-source Based IPT," 2018 IEEE 59th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), 2018, pp. 1-6

Acknowledgements:

This research work and paper was supported by Integrated Programme of Development of Gdansk University of Technology (*POWR.03.05.00-00-Z044/17*), Research grant for young

scientists (*Gdansk University of Technology*), LINTE² Laboratory and the Latvian-Ukrainian cooperation program project No LV-UA/2018/5.

UDC 612:656.7.086.1 (044)

Arkhyrei Maryna, assistant

National aviation university, Kyiv, marina1709@i.ua

ASSESSMENT OF COMPLEX OBJECTS BASED ON INFORMATION PARAMETERS

Estimation of complex objects in engineering, medicine, ecology, meteorology is carried out on the basis of multiparameter estimation of information parameters of measured physical quantities. It is expedient to consider estimation on information parameters as the information-measuring system which carries out information-logical transformation of measuring values into the diagnostic decision concerning a condition of object [1]. Thus, when making diagnostic decisions about the state of a biological object on medical and biological indicators, we can consider the information-measuring system of functional diagnostics as a system that performs information-logical transformation of measuring values x_1, \dots, x_n components of the input signal vector

$$\bar{X} = (x_1, \dots, x_n)$$

in one of the solutions:

$$\begin{cases} \gamma_0 : \text{object in a stable state;} \\ \gamma_j : \text{the object has the } j - \text{th functional disorder } (j = \overline{1, K}). \end{cases}$$

If $S_0, i\{S_j\}_1^K$ – are stable and unstable, respectively, the states of the object, then the total number of states will be $(K+1)$. For biological objects, their probabilistic components are identified, which are related to variability as the object of evaluation and its response to the destabilizing environment, which requires the construction and analysis of an information model of evaluation procedure that takes into account the requirements of the diagnostic study plan and probabilistic properties. mathematical model of this procedure [2]. If the conditional probability density densities $(f_{x_i}|S_0) i (f_{x_i}|S_j), j = \overline{1, K}$, are known a priori for any component of the x_i vector \bar{X} , then the choice of the state of the state solution is conveniently carried out by the maximum likelihood function , which minimizes the probability of diagnostic error for a given q_0, q_1, \dots, q_K a priori probabilities of states S_0, S_1, \dots, S_K . This rule is called the optimal Bayesian and parametric rule and will be the rule for choosing solutions γ_r , in which the vector \bar{X} refers to the state S_r , if:

$$q_r \times f(\bar{X}|S_r) > \max\{q_j \times f(\bar{X}|S_j)\}, (j = \overline{0, (K + 1)}), r \neq j.$$

The completeness of a priori information about the numerical characteristics of the random input vector X for the diagnosed states S_0 and S_1 depends on the sample size of each of the components of the vector \bar{X} and should take into account the practical impossibility of forming large samples [3]. Therefore, when estimating biological objects, with rather small sample sizes $N \leq 20$ for each of the components of the vector \bar{X} , it is necessary to use mathematical models that are insensitive to the violation of the normality of the vector \bar{X} and bias in the estimates of the central moments of the components of this vector.

List of references

1. Kucheruk V. Yu. Approach to the criterion evaluation of the degree of deviation from the norm of the state of the object / V. Yu. Kucheruk, P.I. Kulakov, O.B. Ivanets, A.P. Kulakova // Measuring and computing technology in technological processes, 2020. № 2 (66). P.10-15. DOI: 10.31891 / 2219-9365-2020-66-2-

2. Ivanets, O.B., Kosheva, L.O. Approach to the evaluation of the functional state of the human body taking into account the variability of medical and biological indicators. Proceedings of the

International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, CAOL, 2019, 2019-September, str. 661–665, 9019500

3. Shchapov P.F. Dynamic properties of the time series of results of biomedical measurements / P.F. Shchapov, O.B. Ivanets, O.S. Sevryukova // Science-intensive technologies, 2020. № 2 (46), P. 236 - 244.

УДК 004.043:004.048(045)

Заріцький О.В., докт. тех. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ, olegzaritskyi@gmail.com

МЕТОД АНАЛІЗУ СЛАБОСТРУКТУРОВАНИХ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Метод аналізу слабоструктурованих даних (рис.1), розроблений в рамках інтелектуальної інформаційної технології аналітичного оцінювання складності професійної діяльності [1], направлений на вирішення завдання опису, розрахунків та числового подання характеристик операції, описаних слабоструктурованими даними в цифровій моделі професійної діяльності.

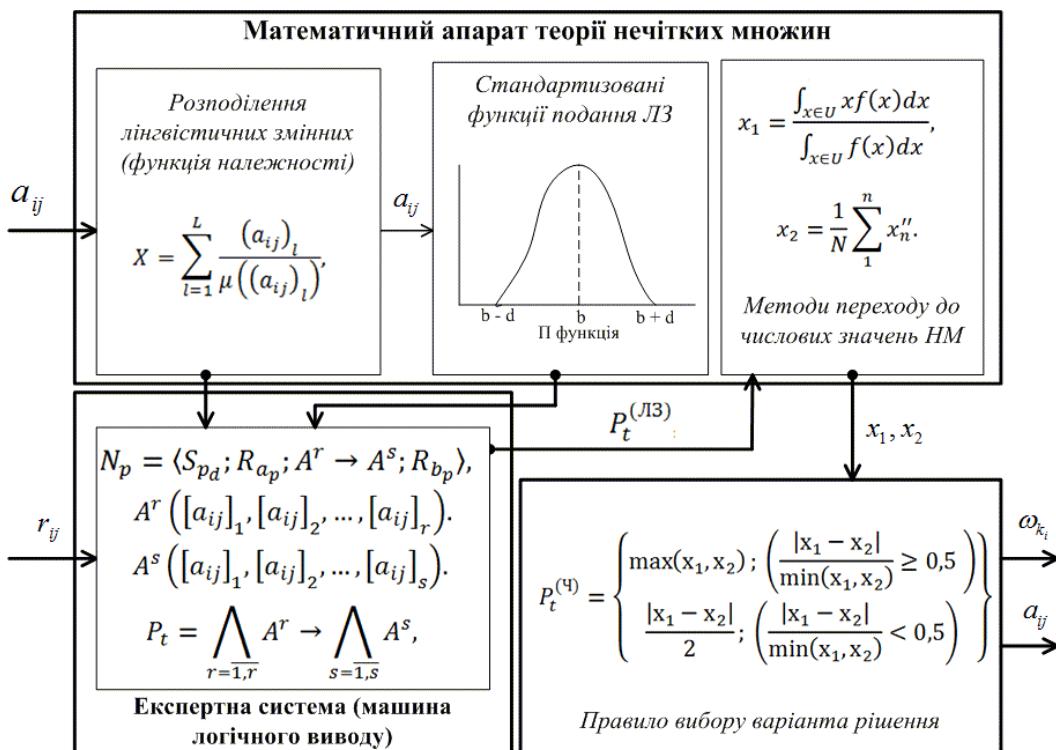


Рис. 1. – Метод аналізу слабо структурованих даних

Вхідними даними для роботи алгоритмічної частини метода є характеристики структурних елементів a_{ij} моделі професійної діяльності та результати їх канонічного аналізу, які дозволяють визначити праві та ліві частини правил бази знань експертної системи, а також порогові значення спрацювання їх умовних елементів r_{ij} , встановлені на рівні не менше ніж 0,5.

Алгоритмічна частина подана математичним апаратом теорії нечітких множин та логікою роботи машини логічного виводу, детально розглянутими в [2 – 3] в частині подання даних за допомогою лінгвістичних змінних (ЛЗ) та розробці правил бази знань у вигляді продукційної моделі $N_p, A_i^{r,s}$. Метод передбачає передбачає переход від даних, отриманих у вигляді ЛЗ $P_t^{(\text{ЛЗ})}$, до їх числового подання $P_t^{(\text{Ч})}$ за допомогою відповідних методів та правила вибору варіанта рішення.

Алгоритмічна частина методу забезпечує автоматичне формування матриць суміжності та інцидентності на основі введених операцій та зв'язків між ними. Зміні моделі (характеристики операцій) подані у вигляді нечітких множин (НМ) з використанням як функцій належності $\mu(a_{ij})$, так і стандартизованими функціями розподілу характеристик. Перехід від ЛЗ до їх числового подання здійснюється за допомогою стандартизованих методів теорії НМ, результати розрахунків яких оцінюються за допомогою розробленого правила вибору варіанта рішення у випадку широкого перетину ЛЗ.

Вихідні дані методу подані характеристиками структурних елементів моделі a_{ij} та ваговими параметрами факторів (операцій) ω_{k_i} . Метод передбачає систематизовану сукупність кроків, призначених для розрахунку вихідних даних (рис.2), поданих відповідними характеристиками та ваговими коефіцієнтами: оцінка характеристик моделі та введення в систему, подання визначених даних моделі у вигляді ЛЗ, оброблення даних, поданих шаблонами фактів та правил, числове подання отриманих результатів за допомогою стандартизованих методів, передавання отриманих результатів в модулі ІТ, побудовані на об'єктно-орієнтованих принципах за допомогою алгоритмічних мов програмування [4, 5].

Розроблення даного методу дозволило суттєво розширити можливості інформаційної системи аналітичного оцінювання професійної діяльності [6], за рахунок введення характеристик цифрової моделі, які носять суто описовий, якісний, характер.

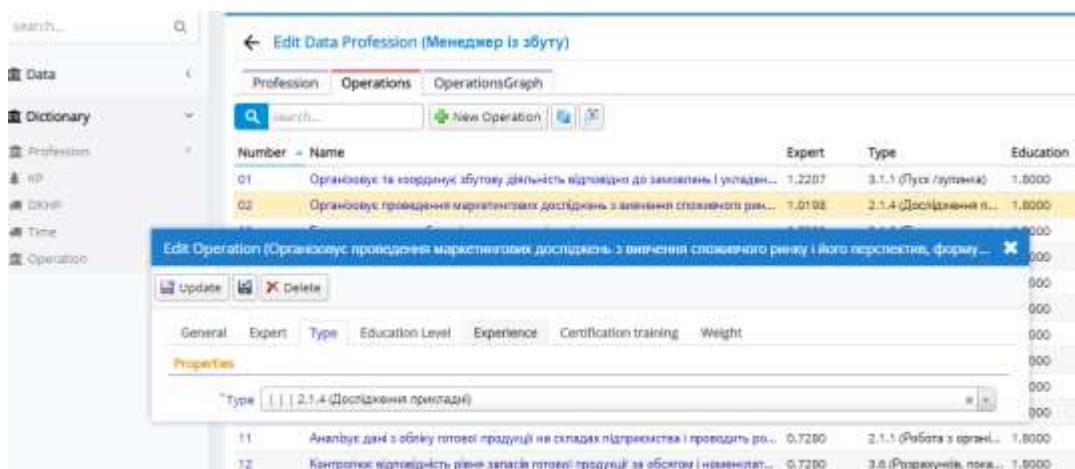


Рис. 2. – Інформаційна технологія моделювання складності професійної діяльності

Список посилань

1. Заріцький О.В. Теоретичні основи побудови експертних систем аналізу та оцінки професійної діяльності / О.В. Заріцький // «Електроніка та системи управління»: зб. наук. пр. / Національний авіаційний університет. – Київ, 2015. - №2(44). – С. 103– 106.
2. Заріцький О.В. Теоретичні основи стандартизації базових правил експертної системи аналітичної оцінки професійної діяльності / О.В. Заріцький // Вісн. Черніг. держ. технол. ун-ту. Серія «Технічні науки»: зб. наук. пр. – 2016. – №3(5). – С.139 – 145.
3. Orchard, B. Fuzzy CLIPS Version 6.10d. User's Guide Integrated Reasoning Group Institute for Information Technology. – Toronto: National Research Council Canada, 2004. – 82 p.
4. CLIPS Reference Manual. Volume I. Basic programming guide. Version 6.22. – Вашингтон: Johnson Space Center, 2004. – 396 p.
5. CLIPS Reference Manual. Volume III. Interfaces Guide. Version 6.22. – Вашингтон: Johnson Space Center, 2004. – 117 p.
6. Zaritskyi O. System informacyjny do oceny złożoności działalności zawodowej – teoretyczne i praktyczne aspekty wdrożenia / O. Zaritskyi // Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska. - Poland, IAPGOŚ 2018 - №8 (4). – P. 52-55. (DOI: 10.5604/01.3001.0012.8038, GICID: 01.3001.0012.8038).

УДК 004.4

Мелешко Є.В.^{1, 2}, докт. техн. наук, доцент
Якименко М.С.¹, канд. фіз.-мат. наук, доцент
Семенов С.Г.², докт. техн. наук, професор

¹ Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

elismeleshko@gmail.com

МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ МЕРЕЖІ БОТІВ У РЕКОМЕНДАЦІЙНІ СИСТЕМІ

Найчастіше інформаційні атаки на рекомендаційні системи здійснюються у маркетингових цілях з метою підвищення рейтингів товарів атакуючої сторони або зниження рейтингів товарів конкурентів. Хоча атаки на рекомендаційні системи можуть мати на меті також і поширення інформаційних впливів під час інформаційних протиборств, наприклад, у політичних цілях. Для реалізації атак на рекомендаційні системи використовуються мережі ботів, так як тільки певна сукупність профілів у системі здатна вплинути на формування рекомендацій своїми згуртованими діями [1-7].

Оскільки виявлення профілів ботів досить ресурсномістка задача, у роботі пропонується розділити її на: 1) виявлення ознак атаки та 2) виявлення і нейтралізацію профілів ботів.

У роботі [8] було запропоновано метод виявлення ознак атаки на рекомендаційну систему та множини ймовірних цілей атаки на основі аналізу трендів рейтингів об'єктів.

Для вирішення задачі ідентифікації профілів ботів у даній роботі було розроблено метод заснований на графовій кластеризації та аналізі дій користувачів, з використанням коефіцієнтів «недовіри», що складається з наступних етапів:

Етап 1. Формуємо множину підозрілих профілів користувачів S , в яку поміщаємо профілі, що ставили цільові оцінки r_i об'єктам з множини можливих цілей атаки G .

Етап 2. Привласнюємо кожному користувачу з множини G мітку $:suspicious$ та коефіцієнт «недовіри», розрахований за наступною формулою:

$$k_{d,i} = \sum_{j \in G} \frac{E_{r_{t,i,j}}}{n_g} \quad (1)$$

де $E_{r_{t,i,j}}$ – наявність цільової оцінки r_i від користувача i об'єкту j , що належить множині ймовірних цілей атаки G , приймає значення 1, якщо цільова оцінка є та 0 – при відсутності такої оцінки від користувача i об'єкту j ; n_g – кількість об'єктів у множині G .

Етап 3. Для кожної пари користувачів i_1 та i_2 з множини S , де $k_{d,i1} \geq q$ та $k_{d,i2} \geq q$, створюємо ребро між ними з міткою $:BotNet$, q – деяке порогове значення коефіцієнту $k_{d,i}$.

Етап 4. Виконуємо графову кластеризацію для підграфу, що містить вершини з мітками $:User i :suspicious$ та ребра з міткою $:BotNet$. Результати роботи такої кластеризації будуть наступними – більшість ботів потрапить до одного великого кластеру, якщо бот-мережа одна, або до декількох великих кластерів – якщо бот-мережі декілька; аутентичні користувачі переважно потраплять у різні невеликі кластери, кожний з таких кластерів буде містити одного або невелику кількість користувачів.

Етап 5. Визначаємо найбільші кластери, що складаються з $(N_{cr} - e)$ користувачів, де N_{cr} – мінімальна кількість користувачів, що може вплинути на результати роботи рекомендаційної системи (залежить від параметрів конкретної системи), e – приблизне значення похибки при розділенні профілів користувачів на кластери. Такий кластер (або кластери) вважаємо можливою бот-мережею (бот-мережами). У користувачів, що не потрапляють до даних кластерів приираємо ребра з міткою $:BotNet$. Користувачів, що потрапили до підграфу $BotNet$ треба додатково перевірити, проаналізувавши статистичні характеристики їх профілів, наприклад, за допомогою нейронних мереж [9]. Також для

додаткової перевірки профілів з підграфу *BotNet* можна здійснити пошук у них певних характерних для ботів ознак, наприклад, погано заповнених анкетних даних або надзвичайно високої активності (характерні особливості ботів залежать від конкретної системи і можуть ставати відомими в процесі збору статистичних даних під час її роботи). Одними з загальних ознак ботів для багатьох систем можуть бути: відмінність значення дисперсії оцінок та дисперсії часових інтервалів між виставленням оцінок у профілях ботів від середньостатистичних значень відповідних дисперсій у профілях користувачів системи. Для конкретної системи ознаками ботів можуть бути: особливості реєстрації профілю, особливості наповнення профілю особистою інформацією, стиль написання та зміст коментарів, список друзів користувача тощо.

Етап 6. Коректуємо множину G після аналізу оцінок користувачів з підграфу *BotNet*. Слід перевірити, яким об'єктам користувачі з бот-мережі скоординовано виставляли цільові оцінки. Видаємо з множини G об'єкти, які не одержували взагалі або одержали незначний процент цільових оцінок від користувачів, ідентифікованих як боти. Додаємо до множини G об'єкти, які одержали цільові оцінки від усіх або великого процента ботів.

Було проведено серію експериментів для тестування розробленого методу виявлення мережі ботів. Так як у наявних відкритих наборах даних для тестування рекомендаційних систем немає інформації про профілі ботів, то було створено програмну імітаційну модель користувачів та об'єктів рекомендаційної системи для генерації наборів даних, що будуть містити також профілі ботів [10]. Інформаційні атаки моделювалися за допомогою випадкової, середньої та популярної моделей атак [2, 3, 7].

Як показали проведені експерименти, точність розпізнавання ботів розробленим методом в середньому становить 0.72 для випадкової атаки, 0.81 для середньої атаки, а також 0.71 для популярної атаки. Найгірші результати одержувалися, коли ціль для атаки ботів була одна, тоді точність розробленого методу, наприклад, для популярної атаки падала у середньому до 0.57. Найвища точність спостерігалася, коли цілей атаки було 25-30 шт., в такому разі вона, наприклад, для популярної атаки, сягала значення 0.78.

Список посилань

1. Chirita P.A., Nejdl W., Zamfir C. Preventing shilling attacks in online recommender systems, in: Proceedings of the ACM Workshop on Web Information and Data Management, 2005, pp. 67-74.
2. Gunes I., Kaleli C., Bilge A., Polat H. Shilling attacks against recommender systems: a comprehensive survey. Artificial Intelligence Review, Vol. 42, 2014, pp. 767-799. URL: <https://doi.org/10.1007/s10462-012-9364-9>
3. Kaur P., Goel S. Shilling attack models in recommender system. International Conference on Inventive Computation Technologies, Coimbatore, 2016, pp. 1-5. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7824865/>
4. Kumari T., Punam B. A Comprehensive Study of Shilling Attacks in Recommender Systems. IJCSI International Journal of Computer Science Issues, Volume 14, Issue 4, 2017. URL: <https://www.ijcsi.org/articles/A-comprehensive-study-of-shilling-attacks-in-recommender-systems.php>
5. Lam S.K., Riedl J. Shilling recommender systems for fun and profit, in: Proceedings of the 13th International World Wide Web Conference, 2004, pp. 393-402. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/988672.988726>
6. O'Mahony M.P., Hurley N.J., Silvestre G.C.M. Promoting recommendations: An attack on collaborative filtering. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2453, 2002, pp. 494-503.
7. Ricci F., Rokach L., Shapira B., Kantor P.B. (Editors) Recommender Systems Handbook. Springer, Boston, 2011, 842 pages. URL: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-85820-3>
8. Meleshko Ye. The method of detecting information attack objects in recommendation system based on the analysis of rating trends. Innovative technologies and scientific solutions for industries, Vol. 3(13), 2020, pp. 52-57. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2020.13.052>
9. Meleshko Ye., Drieiev O., Drieieva H. Method of identification bot profiles based on neural networks in recommendation systems. Advanced Information Systems, Vol. 4(2), 2020, pp. 24-28. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2020.2.05>
10. Meleshko Ye. Computer model of virtual social network with recommendation system. Innovative technologies and scientific solutions for industries, Vol. 2(8), 2019, pp. 80-85. DOI: <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2019.8.080>

УДК 004.056

Костюк Ю.В., асистент

Київський національний торговельно-економічний університет, kostyuk.yu@ukr.net

Самойленко Ю.О., канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій, м. Київ, juliya_liya@bigmir.net

Костюк І.В., канд. техн. наук

Керівник відділу АСУТП ТОВ «TICEP», kostyuk@tiser.kiev.ua

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

Захист інформаційної систем та мереж безперечно залежить від рівня програмних та апаратних засобів. Впроваджуючи інформаційні системи, очікують на захист даних в інформаційних системах, тому що втрата чи пошкодження будь-якої інформації призведе до значних грошових втрат на негативних наслідків. Завдяки використанню сучасних апаратних та програмних засобів для захисту, забезпечується цілісність, доступність та конфіденційність. Загальні критерії оцінки безпеки формуються на єдиній загальній методологічній основі, яка базується на синтезі заходів, засобів та сервісів безпеки для мінімізації інформаційних ризиків [1].

Як правило, оцінювання інформаційної безпеки здійснюється за три етапи: підготовчий, основний, заключний. На підготовчому етапі замовник оцінки інформує про необхідність оцінки захисту, забезпечує експерта необхідною документацією, матеріалами за профілем захисту й об'єкта оцінки. В свою чергу експерт визначає можливість здійснення оцінки на основі отриманих матеріалів. Таким чином, підготовчий етап закінчується укладанням угоди на виконання робіт з оцінки об'єкта між замовником і експертом. Розробка та надання експертом технічного звіту оцінки є підсумком основного етапу, на якому експерт не тільки досліджує подані йому матеріали, профіль захисту, об'єкт оцінки, надає пояснення щодо виявлених недоліків та інформацію про хід оцінки, а також обґрунтоває прийняте рішення. Контролюючий орган здійснює безперервний моніторинг процесу оцінки відповідно до схеми оцінки. Підсумком заключного етапу є детальний аналіз технічного звіту оцінки органом контролю щодо його відповідності загальним критеріям, методології та вимогам оцінки безпеки. Нарешті підсумковий звіт формується на основі технічного звіту з рішенням про відповідність необхідним вимогам [2].

Досить часто, з різних причин, не можливо здійснити повну оцінку захисту інформаційних систем та мереж, тому використовують кількісну оцінку рівня захищенності, завдяки якій можливо точніше порівняти декілька варіантів захисту і обрати найефективніший.

На першому етапі для здійснення оцінки захищенності інформаційних систем та мереж складають список загроз, визначають ймовірності виникнення загроз. На другому етапі вводять обмеження на вартість системи захисту інформації, на третьому - проводиться оцінка загального рівня захисту, за допомогою математичних формул. Завершальний етап закінчується вибором ефективного методу. Фактично рівень захисту визначається як відношення ризиків у захищений системі до ризиків у незахищений системі. Такий комплексний підхід дає змогу точніше описувати інформаційні системи та мережі щодо характерних для них вразливостей, вартість самих ресурсів, розподіляти ризики за ступенем критичності [2].

Список посилань

1. Якименко І. З. Критерії оцінки рівня захисту комп'ютерних мереж з врахуванням їх архітектури / І. З. Якименко // Інформатика та математичні методи в моделюванні, 2013. – Т. 3 – №1 – С. 82–90.

2. Гончарова Л.Л. Основи захисту інформації в телекомунікаційних та комп'ютерних мережах. / Л.Л Гончарова, А.Д. Возненко, О.І. Стасюк, Ю.О. Коваль – К., 2013. – 435 с

УДК 616:478.47.004.58 (075.8)

Кузовик В.Д., докт. техн. наук, професор

Кучеренко В.Л., канд. тех. наук, доцент

Національний авіаційний університет, м. Київ, kvl2012@bigmir.net

Xipc I.I., спеціаліст

АТ «Укртелеком», i-irenushka@bigmir.net

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БІОМЕДИЧНОЇ АПАРАТУРИ НА МОБІЛЬНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ КОМПЛЕКСАХ

На сучасному рівні становлення біомедикотехнічної галузі України інтенсивно впроваджується в медичні лікувально-діагностичні заклади широкий спектр біомедичної апаратури як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Також набуває розвитку процес експлуатації мобільних діагностичних комплексів, які устатковані біомедичною апаратурою і призначенні для надання своєчасних медичних послуг мешканцям віддалених від медичних закладів регіонів держави. Ефективність експлуатації таких мобільних комплексів залежить від двох складових – від рівня надійності автомобіля, який облаштований біомедичною апаратурою, та від рівня ефективності експлуатації самої біомедичної апаратури [1]. Рівень ефективності експлуатації біомедичної апаратури безпосередньо залежить від ступеню її готовності до виконання своїх функцій. Готовність визначається рядом властивостей та факторів, якими є надійність, прийнята система технічного обслуговування та контролю технічного стану, кваліфікація обслуговуючого персоналу, модернізація існуючої системи обслуговування та ремонту, що, в свою чергу, відбувається на результататах постановки медичного діагнозу пацієнтам. Проблема якісного обслуговування та ремонту набуває свого особливого значення, оскільки мобільні діагностичні комплекси експлуатуються на далеких відстанях від сервісних центрів, а несправність їх обладнання має високу «ціну» для життя людини. В такому випадку, необхідно організовувати такі заходи, які забезпечили б ефективне використання біомедичної апаратури. Враховуючи те, що мобільні діагностичні комплекси експлуатуються в умовах зовнішніх впливів, то необхідно приділяти особливу увагу методам та засобам їх обслуговування та ремонту. При цьому, важливу роль відіграє визначення рівня контролепридатності та рівня ремонтопридатності біомедичної апаратури.

Як показують результати аналізу виробничої діяльності експлуатаційних та ремонтних установ, на теперішній час застосовуються застарілі технології ремонту, які базуються на таких підходах як контроль технічного стану перед експлуатацією або у разі виникнення відмови, що не є ефективним відносно діагностування та прогнозування стану здоров'я пацієнтів і безпеки обслуговуючого персоналу. Ефективність експлуатації біомедичної апаратури може бути досягнута впровадженням технології оцінювання фактичного технічного стану в процесі експлуатації та перспективи діагностування із заданою глибиною пошуку несправності та прогнозування технічного стану на встановлений період часу [2].

Список посилань

1. ДСТУ 7032:2009 Колісні транспортні засоби. Автомобілі швидкої медичної допомоги та їхнє устаткування. Технічні вимоги та методи випробування. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – 49с.

2. Кузовик В.Д., Кучеренко В.Л., Монченко О.В. Стратегія експлуатації біомедичних комплексів за фактичним станом. // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС-2019): IX міжнар. конф., 14-16 травня 2019 р. : тези доп. – Чернігів, 2019. – С. 165.

УДК 681.513.52:622.691.4

Фешанич Л.І., канд. техн. наук

Фертиль І.І., магістр

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
lidiia.feshanych@gmail.com

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОЇ ЗА ШВИДКОДІЄЮ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИМ АГРЕГАТОМ З ГАЗОТУРБІННИМ ПРИВОДОМ

Однією з найважливіших задач оптимального керування газоперекачувальним агрегатом з газотурбінним приводом є підвищення швидкодії такої системи, що потребує наукового аналізу і розроблення відповідного технічного та програмного забезпечення. Швидкодія системи антиромпажного керування газоперекачувальним агрегатом – це основний напрямок до підвищення надійності роботи компресорних станцій. Однак ця задача має окремо розглядається для кожного газоперекачувального агрегату, так як функції передачі кожного з них мають унікальні параметрами.

Дослідженю методу антиромпажного керуванню і захисту компресорів від помпажу присвячено наукові роботи вітчизняних вчених Семенцов Г.Н., Лагойда А.І. [1], В. П. Герасименко [2], М.І. Горбійчук, М.І. Когутяк [3] та ін. Однак залишається відкритим питання дослідження впливу динамічних властивостей відцентрових нагнітачів на можливість підвищення швидкодії системи антиромпажного керування.

Метою дослідження є визначення оптимального перехідного процесу в системі антиромпажного керування газоперекачувальним агрегатом з газотурбінним приводом Для досягнення поставленої мети необхідно визначити моменти перемикання залежностей $t_1 = f_1(t_2)$ та $t_1 = f_2(t_2)$, а також побудувати оптимальний перехідний процес на першому інтервалі та другому інтервалах.

Розглядається задача оптимального керування Майєра за умови, коли критерієм є функціонал виду

$$I = I_0[x(t_0), x(t_k), t_0, t_k], \quad (1)$$

Який залежить від граничних умов

$$x = 0; \dot{x} = 0 \text{ при } t = 0,$$

$$x = x_n; \dot{x} = 0 \text{ при } t = t_k \quad (2)$$

і вирішується задача оптимальної швидкодії за критерієм

$$I = \int_0^{t_k} dk \Rightarrow t_k - t_0 = T \underset{u(t) \in U}{\rightarrow} \min, \quad (3)$$

де t_0, t_k – фіксований початковий і кінцевий момент часу,

$x(t)$ – керована величина,

$u(t)$ – керувальна дія.

На керувальні дії $u \in (0, u_{\max})$ об'єкта керування покладені технологічні обмеження

$$u_{i_{\min}} \leq u_i \leq u_{i_{\max}} \quad (4)$$

Об'єкт керування є нелінійним і його статична помпажна характеристика наведена на рис.1.

Отже задача синтезу оптимальної за швидкодією системи керування формулюється так: визначити алгоритм керування $u(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, t)$, що забезпечує перехід об'єкта керування

із початкового стану в заданий за мінімальний можливий час при наявності обмежень на керувань дії.

Відзначимо, що у загальному випадку оптимальне за швидкодією керування визначається процедурою припущення максимуму Понтрягіна [4].

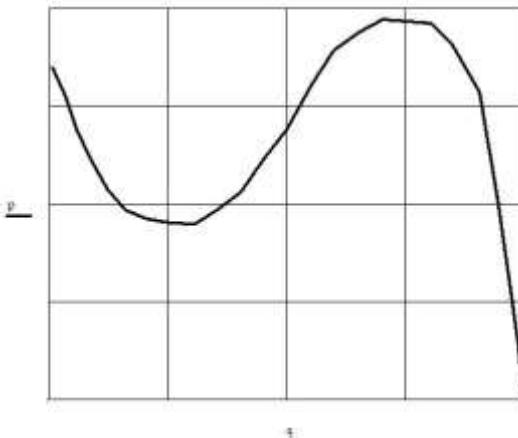


Рис. 1 – Статична помпажна характеристика нелінійного об’єкту

Проте під час вирішення цієї задачі, особливо з нелінійними об’єктами керування, виникає ряд труднощів. Це зв’язано з тим, що принцип максимуму у загальному випадку є лише необхідною умовою оптимальності і дозволяє знайти деяку сукупність траєкторій, серед яких можуть бути і оптимальні. В результаті виникає складна задача дослідження топології багатовимірного фазового простору системи керування. Сьогодні немає загальних методів, що дозволяють отримати аналогічні вирази функцій перемикання для нелінійних об’єктів навіть другого порядку.

У загальному випадку вирішення задачі оптимального за швидкодією керування нелінійним об’єктом зводиться до розрахунку моментів перемикання керуючих впливів для отримання оптимальної програми керування $u^*(t)$. Отже, задачу синтезу оптимальних за швидкодією систем керування нелінійними об’єктами можна сформувати так: для об’єкта, що описується системою диференційних рівнянь

$$\begin{aligned} \dot{x}_i(t) + f_i(x_1, x_2, \dots, x_n) + b_i u(t), \\ i = 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (5)$$

При обмеженнях на керувальні дії

$$|u(t)| \leq u_{\max} \quad (6)$$

Розшукати закон керування, що забезпечує перехід об’єкта (1) в заданий стан або поблизу його за мінімально можливий час.

Існуючі методи розв’язання цієї задачі обмежуються, як правило, об’єктами не вище третього порядку. Це зв’язане з суттєвим зростанням обчислювальних труднощів і складністю реалізації пристройів антипомпажного керування для нелінійних об’єктів високого порядку при довільних координатах початкового стану. Для об’єктів третього порядку більш віправданий опис об’єкта керування з метою зниження його порядку до другого-третього і використання квазіоптимального керування.

Список посилань

- Лагойда А.І. Визначення оптимального перехідного процесу в системі антипомпажного регулювання газоперекачувальним агрегатом [Текст] / А. І. Лагойда, Г. Н. Семенцов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 5/8(71). – С. 26-30.
- Герасименко В. П. К повышению устойчивости газовых систем с компрессором [Текст] / В. П. Герасименко // Авіац.-косм. техніка і технологія. – 2001. – Вип. 23. – С. 45.

3. Горбійчук М. І. Математичне моделювання явища помпажу у відцентровому нагнітачі природного газу [Текст] / М. І. Горбійчук, М. І. Когутяк, А. І. Лагойда, Н. В. Ткачешак // Нафтогазова енергетика. – 2016. – № 1 (25). – С. 44 – 48.

4. Ладієва Л. Р. Оптимальне керування системами.: Навчальний посібник [Текст] / Л.Р. Ладієва. – К.:НМІЦ ВО, 2000, – 187с.

УДК 621.313.333.1: 62–83

Денисов О. І. докт. техн. наук, професор

Березняк А. М., начальник науково дослідного відділу

Бурсала О. О., старший науковий співробітник

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м.Чернігів, den71ltd@gmail.com

КОНЦЕПЦІЯ ПОБУДОВИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ДЛЯ ТОЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ БОРТОВИХ АВІАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У бортових системах авіаційної техніки існує проблема створення лінійних електроприводів постійного струму для точного позиціонування в поступальному русі замість гідросистем та пневматичних систем.

Проведені дослідження показали, що системи позиціонування бортової авіаційної техніки доцільно виконувати з трьома контурами – струму, швидкості, положення. На динамічну точність лінійного електроприводу помітно впливають пульсації напруги живлення двигуна, джерелом яких є широтно-імпульсний перетворювач постійної напруги (ШІП). Він включений до контуру струму разом з системою управління та регулятором. Система управління ШІП реалізує широтно-імпульсну модуляцію першого або ж другого роду (ШІМ I чи ШІМ II).

Очевидно, що процеси в контурі струму суттєво впливають на динамічні показники лінійного електроприводу, тому при його створенні необхідно особливу увагу приділяти питанню їх оптимізації за критерієм швидкодії.

Розроблено методику отримання передавальних функцій ШІП з ШІМ I і ШІМ II при глибокому регулюванні. Вона заснована на апроксимації дискретної вихідної напруги ШІП дискретними ортогональними функціями ряду Уолша-Фур'є [1].

В процесі аналізу встановлено, що застосування в контурі струму системи управління ШІП з ШІМ I для збереження оптимальної швидкодії [2] потребує адаптації параметрів пропорційно-інтегрального регулятора (ПІ-регулятора) при зміні глибини ШІМ.

Для цього розроблений визначник зон модуляції, за допомогою якого здійснюється перебудова параметрів регулятора за пропорційною і інтегральною складовими.

В контурах струму з ШІМ II неможливо налаштувати ПІ-регулятор на процес кінцевої тривалості, тому для досягнення цієї мети використовується друге поліноміальне рівняння [2] для синтезу більш складного, ніж ПІ-регулятор, цифрового регулятора.

Проведені розрахунки показали, що процеси в контурі струму з ШІМ I завершуються за два періоди комутації ШІП з затримкою на один період без перерегулювання. [3]

Процеси в контурі струму з ШІМ II завершуються також без перерегулювання за три періоди комутації ШІП без запізнення.

Список посилань

1. Денисов А.І., Зволинский В.М., Руденко Ю.В. Вентильные преобразователи в системах точной стабилизации. [Текст] / А.И. Денисов., В.М. Зволинский, Ю.В. Руденко – Киев: Наук.думка, 1997. – 249 с.

2. Цыпкин Я.З. Основы теория импульсных систем [Текст] / Я.З. Цыпкин – М.:Наука, 1977. – 560 с.

3. Денисов Ю.А., Іванець С.А. Процессы конечной длительности в системах электропитания с широтно-импульсной модуляцией [Текст] / Ю.А. Денисов, С.А. Іванець – Технічна електродинаміка. – 2003. – № 2. – С.9 – 13.

УДК 681.5.09:681.518.3+654.91

Терлецький Т.В., канд. техн. наук, доцент

Кайдик О.Л., канд. техн. наук, доцент

Денисюк В.Ю., канд. техн. наук, доцент

Пташенчук В.В., канд. техн. наук, доцент

Луцький національний технічний університет, t.terletskiy@lnit.edu.ua

Приступа А.Л., канд. техн. наук, доцент

Національний університет “Чернігівська політехніка” a.l.prystupa@gmail.com

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО РІВНЯ НАДІЙНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ’ЄКТА СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Основним параметром надійності системи відеоспостереження, який характеризує її ефективність залишається ймовірність розпізнавання об’єкта, яка залежить від ряду параметрів.

Найбільшого впливу на рівень ймовірності розпізнавання об’єкта спостереження, який описується у просторі розміром та віддаленням від точки спостереження, має значення фокусної відстані об’єктива та роздільна здатність матриці відеокамери.

В інформаційних системах відеоспостереження з метою визначення ймовірності розпізнавання об’єкта за телевізійним зображенням прийнято застосовувати критерій Джонсона [1], який і описує здатність спостерігача виконувати візуальні завдання.

Ймовірність розпізнавання $P(N)$ зображення об’єкта спостерігачем за критерієм Джонсона визначають за наступним виразом:

$$P(N) = 1 - e^{-0,15(N-1)^2}, \quad (1)$$

де N – кількість пікселів екрана за вертикалю.

З попереднього рівняння можна отримати залежність необхідного розміру об’єкта від потрібного рівня його ймовірності розпізнавання:

$$N(P) = 1 + \left(-\frac{\ln(1-P)}{0,15} \right)^{0,5}, \quad (2)$$

де P – необхідний рівень ймовірності розпізнавання об’єкта на екрані.

Висота та ширина ділянки місцевості, за якою ведеться спостереження (в площині сцени) залежить від відстані до неї (за умови перпендикулярності оптичної осі об’єктива відносно площини спостереження), фокусної відстані об’єктива і розмірів матриці [2].

Ширину ділянки спостереження в площині сцени W , враховуючи те, що ширина матриці становить w , прийнято визначати за таким виразом:

$$W = wL/f, \quad (3)$$

де L – відстань до ділянки спостереження; f – фокусна відстань об’єктива.

У свою чергу, висоту ділянки спостереження в площині сцени прийнято визначати за:

$$H = hL/f, \quad (4)$$

де h – висота матриці.

Беручи до уваги вищезгаданий рівняння, можна отримати залежність необхідної фокусної відстані об’єктива для розпізнавання об’єкта очікуваного розміру, який опиниться на заданій відстані за призначеною рівня ймовірності розпізнавання.

Якщо розмір об'єкта на екрані монітора займає N пікселів, а його лінійний розмір за горизонтом в площині сцени W_o метрів, а роздільна здатність матриці за горизонтом n_c пікселів, то ширину площини сцени W_c доцільно визначити як:

$$W_c = W_o \frac{n_c}{N}. \quad (5)$$

Звідси:

$$f = \frac{w \left(1 + \left(-\frac{\ln(1-P)}{0,15} \right)^{0,5} \right)}{Wn_c}. \quad (6)$$

За залежністю (6) встановлено вплив ймовірності розпізнавання об'єкта спостереження на фокусну відстань. Для цього було взято найбільш розповсюдженну, на даний час, камеру із роздільною здатністю 2 Мп. Розмір об'єкта було встановлено шириною 20 см, а відстані до об'єкта задавались у межах від 10 до 100 м, з кроком 10 м, за різних умов (можливостей) розпізнавання.

Результати розрахунку подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення фокусної відстані залежно від рівня ймовірності розпізнавання об'єкта та відстані

Відстань L , м	$P=0,5$	$P=0,8$	$P=0,9$	$P=0,99$	$P=0,999$	$P=0,9999$
10	1,9	2,7	3,1	4,1	4,9	5,6
20	3,9	5,4	6,2	8,3	9,8	11,2
30	5,9	8,1	9,3	12,4	14,7	16,7
40	7,9	10,8	12,4	16,4	19,7	22,3
50	9,9	13,5	15,5	20,7	24,6	27,9
60	11,9	16,2	18,6	24,8	29,5	33,5
70	13,9	18,9	21,7	28,9	34,4	39,0
80	15,9	21,6	24,8	33,0	39,3	44,6
90	17,9	24,3	27,9	37,2	44,2	50,2
100	19,8	27,0	31,1	41,3	49,2	55,8

Результати розрахунків показали, що підвищення вимог до ймовірності виявлення об'єкта потребує застосування більшої фокусної відстані об'єктива. Це пояснює теорія зміни просторової щільності пікселів, згідно якої – звуження лінійного поля зору камери призведе до збільшення концентрації пікселів на одиницю його ширини. Отримані розрахункові значення фокусної відстані об'єктива, стосовно конкретної камери і поставленого завдання ймовірності виявлення об'єкта, необхідно заокруглювати до найближчого більшого значення існуючого ряду фокусних відстаней.

Також було визначено залежність фокусної відстані об'єктива від розміру об'єкта розпізнавання й відстані до нього за ймовірності розпізнавання $P=0,999$, що відповідає впевненному розпізнаванню.

Аналіз результатів розрахунків залежності фокусної відстані відносно розміру об'єкта та відстані до нього за сталих значень ймовірності розпізнавання і роздільної здатності показав, що для впевненого розпізнавання очікуваних об'єктів меншого розміру необхідною є більша фокусна відстань й чим далі від камери цей об'єкт планується виявляти тим більшим має бути значення фокусної відстані.

Список посилань

1. Воробьев А.Л. Методика вероятностного анализа процесса наблюдения в цифровых телевизионных системах видимого диапазона. / Воробьев А.Л., Журик Ю.П., Краснов А.М., Шашков С.Н. // Труды МАИ. 2011. – № 49. – С. 66–67. URL: <https://reader.org/trudy-mai/2011-49>.

2. Гедзберг Ю.М. Охранное телевидение. / Гедзберг Ю.М. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 312 с.

УДК 004.94:005.591.6

Морозова Т.М., заступник директора бібліотеки

Рзаєва С.Л., канд. техн. наук, доцент

Київський національний торговельно-економічний університет, rzaevasl@ukr.net

Рзаєв Д.Д., ст. викладач

Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана, ditomas@ukr.net

МОДЕЛЮВАННЯ CRM-СИСТЕМИ ЯК ЄДИНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПЛАТФОРМИ ПІДПРИЄМСТВА

Концепція з клієнтами за допомогою об'єднання сучасних технологій з новим ринковим мисленням дає можливість створювати, розвивати і змінювати довгострокові відносини з ретельно обраними клієнтами, а також збільшити вигоди клієнта, значно підвищити прибуток компанії.

Строга орієнтація на клієнта значно підвищує шанси компанії на виживання в довгостроковій перспективі, збільшує короткостроковий прибуток від стимуляції збути.

Для досягнення строгої орієнтації на клієнта компанії необхідно розуміти зміни, які відбуваються на ринку, ще й до цього своєчасно на них реагувати, тобто компанія в цілому має бути максимально гнучкою.

Таким чином, прийняття компанією концепції з управління взаємовідносин з клієнтами та впровадження CRM-системи, як єдиної інформаційної платформи, дозволяє забезпечити високу ефективність роботи з клієнтами. Результат впровадження CRM – працююча в компанії ідеологія клієнтоорієнтованості, підтримувана засобами автоматизації.

CRM-система забезпечує впорядкованість інформації про клієнтів, розвиток програм лояльності, можливість роботи в єдиному інформаційному полі, а також оперативність даних для прийняття найбільш ефективних управлінських рішень. CRM-система дозволяє управляти маркетингом, а також проводити аналіз ефективності рекламних кампаній, відстежувати історію взаємин з клієнтами, розвиваючи її.

Для ефективного створення програмного забезпечення вдалим вибором буде використання об'єктно-орієнтованої мови програмування C#, оскільки вона являє собою універсальний інструмент для досягнення поставлених цілей.

Початковий етап роботи – це розробка самого проекту програми: того, що потрібно від програми і яким функціоналом вона повинна володіти. Від того наскільки якісно буде опрацьований проект системи буде залежати майбутня віддача від його реалізації.

Функціональні вимоги до додатку

Перелік функціональних можливостей визначений базовими діями, що виконує CRM:

- створення клієнтської бази;
- фіксування певних подій;
- розподіл робочих процесів;
- збереження всіх подій.

Вимоги до програмного забезпечення

Розробка серверної та клієнтської частини програмного рішення здійснюватиметься із використанням мови програмування C#, доступом до баз даних за допомогою MS SQL Server та розробки в середовищі Visual Studio 2019.

Вимоги до технічного забезпечення

Найважливішою вимогою до задіяних пристройів є наявність комп'ютера з операційною системою Windows не нижче Windows 7.

Серверна частина для ПК має виконуватися за наступних мінімальних конфігурацій:

- Microsoft Windows 10/8/7.
- RAM: 4 Гб і більше.
- Processor Intel Core i3 та краще.
- Наявність доступу до мережі інтернет, наявність монітору, клавіатури та мишки.

Для побудови CRM-системи була обрана платформа ASP.NET. Технологія ASP.NET є розвитком Active Server Page (ASP). Вказано технологія представляє єдину платформу щодо створення програмного забезпечення інформаційної платформи корпоративного шабля. ASP.NET являє собою універсальну модель інфраструктури веб-додатків, які по суті дають можливість створювати захищенні програмні модулі, функціонал якого здійснено за допомогою впровадження шаблону паттерна MVC 5. Концепція MVC (model – view – controller) визначає розподіл програмного модулю на три компоненти, а саме:

Контролер - це клас, який створює взаємозв'язок між системою, сховищем даних і користувачем. Контролер одержує й обробляє дані, отримані від користувача. Його основна функція - викликати і координувати дію необхідних ресурсів і об'єктів, потрібних для виконання дій, що задаються користувачем. Зазвичай контролер викликає відповідну модель для задачі і вибирає відповідний вид.

Модель представляє набір правил, що використовуються при роботі з даними та являють собою концепцію керування програмним додатком, тобто структура додатку моделюється у вигляді даних, які обробляються за певними правилами. Модель представляє клас, що описує логіку використовуваних даних, та є незалежним компонентом, тобто любі зміни подання або контролера не впливають на модель..

Подання забезпечує різні способи представлення даних, які отримані з моделі, може бути шаблоном, який заповнюється даними.

Веб додаток зазвичай складається з набору контролерів, моделей і видів. Контролер може бути влаштований як основний, який отримує всі запити і викликає інші контролери для виконання дій в залежності від ситуації. Подання – це власне візуальна частина або призначений для користувача інтерфейс програми. Як правило, html сторінка, яку користувач бачить, зайшовши на сайт [3].

Завдяки незалежності представлених компонентів, які можна замінювати окремо один від одного, реалізується концепція поділу логічних частин програми. А це, в свою чергу, дозволяє писати незалежні блоки коду, які можна як завгодно змінювати, внаслідок цього програмний додаток має більшу гнучкість.

Отже, використання певних новітніх платформ та технологій дало змогу створити якісний прототип CRM-системи управління бізнес процесами з мінімалістичним зовнішнім виглядом, з можливістю розмежування доступу до системи облікових записів та можливістю їх подальшого збільшення в разі необхідності, можливість детально та якісно аналізувати всі робочі процеси в реальному часі та за потреби корегувати робочий процес з будь якого місця та пристрою маючи доступ до мережі Інтернет.

Список посилань

1. Птащенко О.В., Мірошникова Є.Д. Побудова CRM-системи як основи формування комунікаційної політики між організацією та кінцевим споживачем // Вісник східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – № 6 (230), 2016. – С. 101-115.
2. Django Book: концепція розробки MVC – Model, View, Controller [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://rtfm.co.ua/django-book-model-razrabotki-mtc-model-view-controller/>.
3. MVC PHP – поняття, переваги, приклади [Електронний ресурс]. – Режим доступа: http://eprints.zu.edu.ua/24822/1/Soga_APsi2017.pdf.

УДК 004.42(07)

Жирова Т.О., канд., пед. наук, ст. викладач

Котенко Н.О., канд., пед. наук, доцент

Київський національний торговельно-економічний університет, zhyrova@knute.edu.ua

Дакова Л.В., канд. техн. наук, доцент

Державний університет телекомуникацій, м. Київ, Dacova@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ ФРЕЙМВОРКІВ ДЛЯ РОЗРОБКИ МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ

Смартфон, на сьогоднішній день, є чи не найпопулярнішим гаджетом кожної людини. Вони наділені не лише комунікативними функціями, а й такими як камера, Bluetooth, GPS, Wi-Fi, а також здійснення транзакцій за допомогою різних мобільних додатків. Всі додатки, які розробляються для мобільних пристройів, можна розділити на web-додатки, нативні додатки та гібридні [1], які й далі стрімко відвояють свій сектор в IT галузі. Як наслідок, кількість технологій розробки мобільних додатків невпинно зростає. Перед фахівцями завжди стоїть завдання безперервного навчання, для новачків – вибір технологій, які є найбільш затребуваними. В межах даного дослідження зроблено короткий огляд найбільш сучасних фреймворків для розробки мобільних додатків.

React Native - фреймворк, призначений для додатків як для Android, так і для iOS. Одним з основних переваг React Native framework є те, що він дозволяє розробляти нативні додатки, але не ставить під загрозу взаємодію з користувачем (UX). Він підтримує JavaScript, яка є необхідною для повного стеку [2].

Flutter – це SDK (Software Development Kit) з відкритою кодовою базою для створення мобільних додатків від компанії Google. Він використовується для розробки додатків під Android та iOS, а також це основний спосіб розробки додатків під Google Fuchsia – оперативної системи від Google. Творці фреймворку стверджують, що він позбавлений більшості недоліків своїх попередників [3]. Переваги Flutter: використовує скомпільовану мову AOT, яка дозволяє додатку безпосередньо взаємодіяти з власною платформою; швидка розробка: поставляється з функцією гарячого перезавантаження, яка дозволяє перебудовуватися відразу після кожної зміни; креативний і гнучкий: Flutter має власну графічну бібліотеку, яку можна використовувати для створення привабливих дизайнів; макетна модель дозволяє всебічно налаштовувати додаток.

Xamarin - це платформа з відкритим вихідним кодом, що належить Microsoft, для створення гібридних мобільних додатків з використанням .NET і C#. Xamarin розширяє платформу розробки .NET інструментами і бібліотеками для створення додатків на Android, iOS, tvOS, watchOS і macOS [2].

Ionic допомагає створювати інтерактивні гібридні і прогресивні веб-додатки, а також кросплатформені додатки. Ця платформа з відкритим вихідним кодом пропонує послуги преміум-класу для створення додатків. Ionic охоплює створення додатків для Інтернету, Android і iOS. Працюючи в Ionic, можна постійно створювати додатки і відправляти їх в місця розгортання. Ionic Studio - це полегшена версія Ionic, і вона досить потужна. Завдяки своїм готовим функціям Ionic завжди розглядається як ідеальна платформа в порівнянні з іншими фреймворками для розробки мобільних додатків.

Adobe PhoneGap широко використовується для розробки під Android. Цей популярний фреймворк для мобільної розробки використовує HTML5, CSS3 і JavaScript для кроссплатформеної розробки. По суті, Adobe PhoneGap - це настільний додаток з відкритим вихідним кодом, який можете зв'язувати додатки з мобільними пристроями. Основні функції Adobe PhoneGap: відкрите джерело; гнучкість; сумісний на всіх plataформах; легкість розвитку; сильний бекенд [4].

Framework 7 - це багата платформа для розробки мобільних додатків для Android, iOS і веб-розробки. Цей фреймворк в основному використовується як інструмент для створення

прототипів, також зіграв свою роль в розробці повноцінних додатків. Завдяки своїй багатій екосистемі плагінів, цей фреймворк дозволяє використовувати інструменти за вибором, а також HTML, CSS і Javascript. Він також має потужну підтримку Vue.js і React, що є його особливістю. Це відкритий вихідний код з оновленнями, які регулярно випускаються.

Monaca - це фреймворк на основі HTML5, створений за допомогою PhoneGap і Cordova. Ключовою особливістю Monaca є те, що це хмарна IDE. Це дозволяє розробникам використовувати Monaca без необхідності встановлювати ще щось додатково. Вони можуть працювати прямо в браузері. Тепер є також настільний додаток і інструмент командного рядка для підтримки роботи в автономному режимі. Також є можливість синхронізації прогресу з хмарою. Ще одна перевага використання Monaca - його інтеграція з призначеним для користувача інтерфейсом Onsen.

Onsen - дуже потужний інструмент для розробки користувальницького інтерфейсу для мобільних додатків. Він забезпечує віддалену збірку і функції користувальницького інтерфейсу, які захищені в хмарі.

Corona - це кросплатформне середовище розробки з відкритим вихідним кодом, яке підходить для створення ігор і додатків. Він також відомий як ігровий движок 2D. З Corona можна створювати додатки як для мобільних, так і для настільних комп'ютерів. Ця платформа підтримує iPhone, iPad, планшети, Amazon Fire, телефони Android, робочий стіл Mac, робочий стіл Windows тощо. Крім того, з його використанням можна створювати сумісні програми для Fire TV, Apple TV і Android TV. До особливостей Corona можна зарахувати наступне: платформа на основі Lua, потужна і легка скриптована мова для ігор; кілька плагінів для будь-яких потреб; сильна підтримка API для інтеграції з будь-якою нативною бібліотекою; швидкий процес розробки.

JQuery Mobile - це система для користувача інтерфейсу, заснована на HTML5. Цей веб-сайт оптимізований для сенсорного управління і використовується для створення додатків для смартфонів, планшетів і настільних комп'ютерів. В JQuery mobile є ThemeRollar. Крім того, ця платформа для розробки мобільних додатків дозволяє створювати веб-сайти з високим брендом. Деякі функції JQuery: побудований на JQuery Core; малий розмір; заснований на HTML5; автоматична ініціалізація; потужна тематична структура; простий API.

Отже, нами описано було кілька найпопулярніших фреймворків для розробки мобільних додатків. Найкращі механізми розробки мобільних додатків забезпечують цілий ряд мов програмування, функцій та платформ. Щоб визначитися з тим, який є найбільш оптимальним для конкретного проекту, необхідно вивчити потреби та можливості замовника, тобто все залежить від того, який механізм найкраще підходить для зазначених вимог, бюджету, технологічних вимог та більших шансів на короткостроковий та довгостроковий успіх.

Список посилань

1. Жирова Т.О. Дослідження інструментальних засобів тестування безпеки мобільних додатків./ Жирова Т.О., Котенко Н.О. // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2020): матеріали тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів , 29–30 квітня 2020 р.): у 2-х т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – 272 с. – С. 180-182.
2. Mobile App Development Frameworks [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.makeitinua.com/posts/top-12-best-mobile-app-development-frameworks-in-2020> ¶
3. Flutter dev. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://flutter.dev/>
4. Adobe PhoneGap. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://build.phonegap.com/>

УДК 621.941-229.3:531.133

Монченко О.В., канд. тех.наук, доцент

Мовчан Н.С., студентка

Національний авіаційний університет, м. Київ, monchenko_elena@ukr.net

МОДЕРНІЗАЦІЯ АПАРАТУ «ДАРСОНВАЛЬ»

Апарат «Дарсонваль» призначений для використання в косметології з метою прискорення мікроциркуляції в тканинах, поліпшення кровообігу, активації лімфодренажу і обмінних процесів, завдяки чому відбувається лікування шкірних захворювань, зменшуються зморшки, стимулюються процеси активного омоложення.

Апарат надає лікувальну дію на організм за допомогою імпульсних змінних електрических струмів високої частоти і напруги. Початок його застосування відноситься до кінця XIX-го століття і, незважаючи на це, залишається актуальним по сьогоднішній день, внаслідок своєї ефективності та доступності.

В роботі запропоновано використовуючи новітні технології замінити тиристор, який входить до конструкції, на IGBT-транзистор (поєднує біполярний і польовий транзистори), що дасть змогу підвищити швидкодію, якість роботи та надійність апарату. На рисунку представлена змодельована у середовищі Electronics Workbench з використанням IGBT-транзистором.

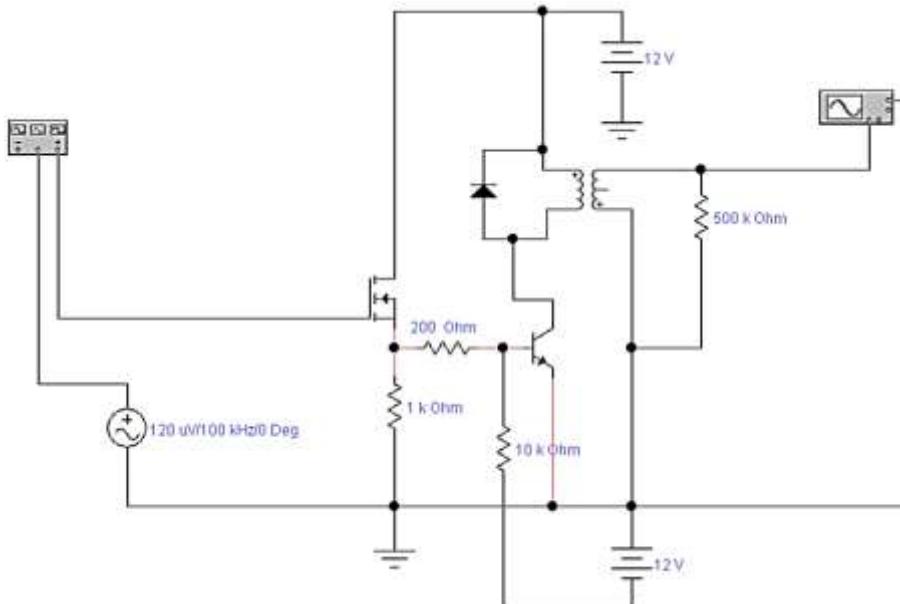


Рис. 1 – Схема апарату «Дарсонバル» з використанням IGBT-транзистора

Переваги використання IGBT-транзисторів: проста паралельна схема, відсутність втрат, легкість в управлінні (легко вмикається та вимикається), підвищена щільність струму, стійкість до замикань, малі втрати у відкритому вигляді, можливість функціонування при підвищенні температурі (вище 100 градусів), експлуатація з високою напругою (вище 1 кВ) і потужностями (більше 5 кВт).

Застосування IGBT-транзистора в схемі апарату «Дарсонバル» дало можливість збільшити потужність та час експлуатації.

Список посилань

1. Дарсонバル: что это и его применение [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ortop.ua/darsonval-chto-eto-i-ego-primenenie/>.
2. IGBT транзисторы. Устройство и работа. Параметры и применение [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/igbt-tranzistory/>.

УДК 519.252

Корнієнко С.П., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», cornel@ukr.net

Шевага В.В.

Казначей С.М.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИПРОБУВАННЯ

При проведенні випробувань новітніх зразків озброєння та військової техніки чимало уваги приділяється питанню забезпечення достовірності одержаних результатів. Насамперед, це стосується стохастичних параметрів і характеристик випробуваного зразка, коли кількість повторень дослідів обмежена об'єктивними чинниками: руйнівною природою випробувань, одиничністю зразків великої вартості, шкодою довкіллю тощо [1]. При цьому, постає задача визначення показників якості оцінки, які забезпечуються скороченою кількістю повторень випробування. Блок схема алгоритму розрахунку показників якості оцінки результатів дослідів при скороченій кількості повторень наведена на рис. 1.

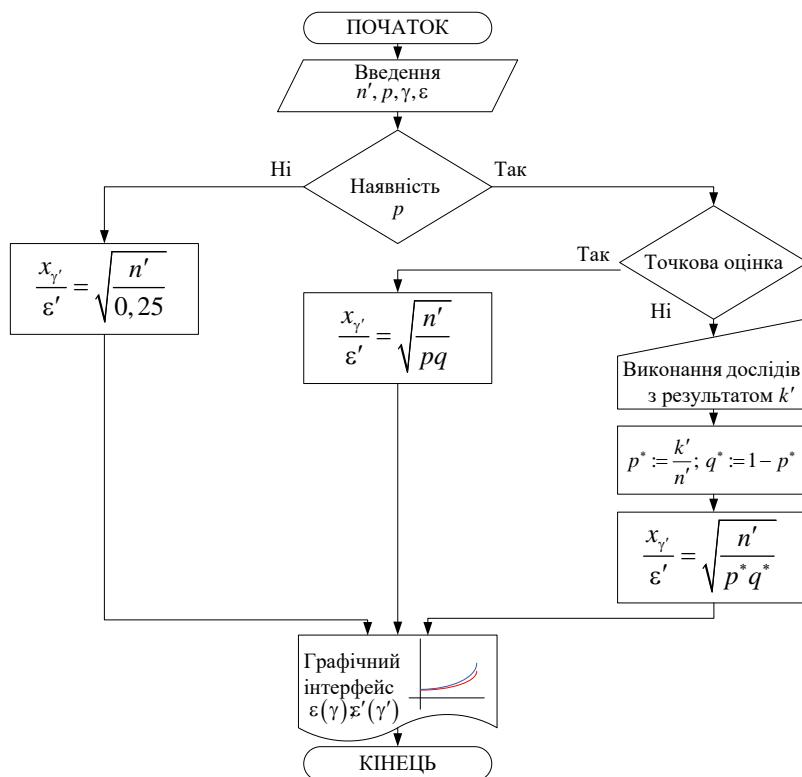


Рис. 1 – Блок схема алгоритму

На рисунку 1 літерами n , γ і ε позначені відповідно кількість однотипних повторень досліду, надійність і точність одержуваної оцінки, p – задана розробником початкова ймовірність реалізації характеристики, $q = 1 - p$. Індексом «'» позначені кореговані (зменшенні, погіршенні) показники випробувань.

Список посилань

1. Корнієнко І.В. Визначення параметрів якості оцінок стохастичних характеристик випробуваного зразка ОВТ / І.В. Корнієнко, С.П. Корнієнко, В.А. Дмитрієв, А.Г. Павленко, Д.О. Камак // Системи обробки інформації. – 2020. – № 4 (163), – С. 56-65.

УДК 519.252

Корнієнко І.В., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», cornel@ukr.net

Руденко О.В.

Кравченко В.С.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Чернігів

УПРАВЛІННЯ ВХІДНИМ ПОТОКОМ ЗАМОВЛЕНЬ НА ВИПРОБУВАННЯ

Оптимізація та автоматизація процесів планування та управління випробуваннями зразків озброєння та військової техніки є важливим чинником ефективної організації випробувань, що забезпечує належну якість одержаних результатів та встановлені часові рамки випробувань [1]. Одним з процесів, який визначає ефективність випробувань, є управління вхідним потоком замовлень на випробування, який включає в себе наступні організаційні етапи: оформлення замовлення на випробування, призначення та підготовку випробувальної бригади, розробку програмно-методичної документації випробувань тощо. Функціональна схема управління вхідним потоком замовлень на випробування наведена на рис. 1.

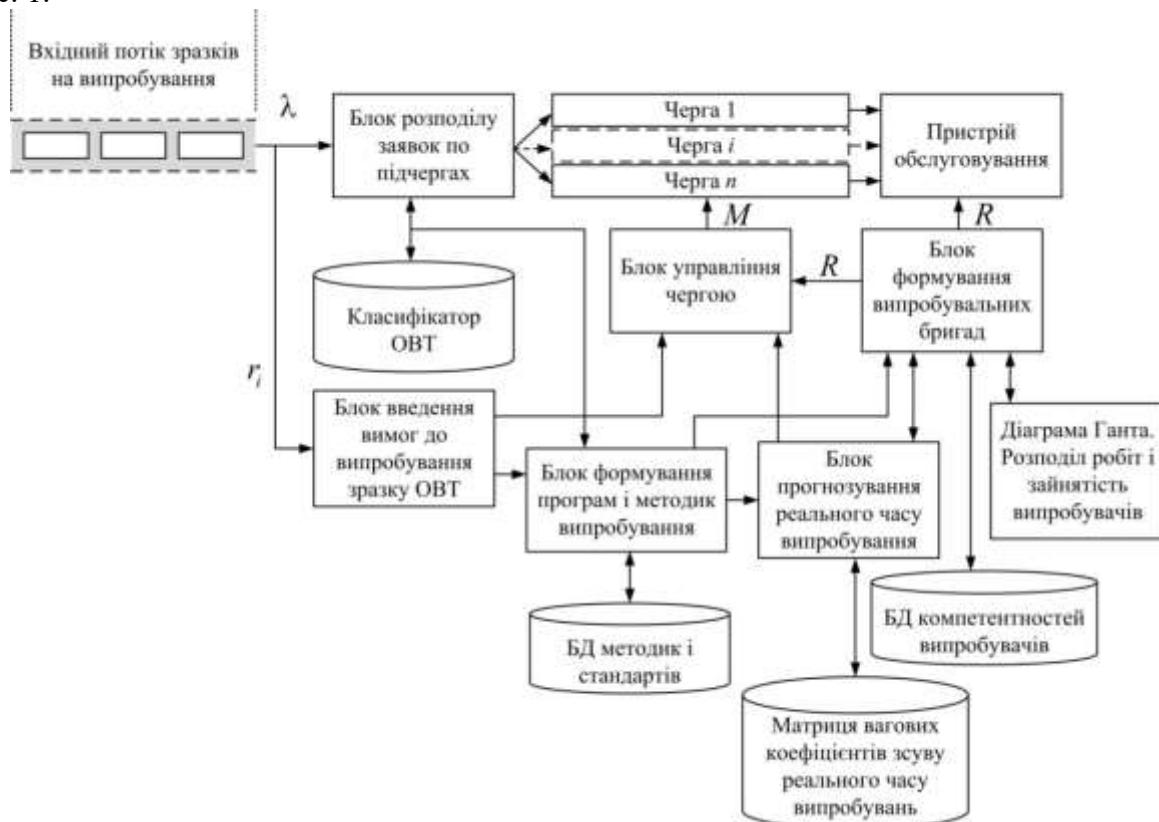


Рис. 1 – Схема управління вхідним потоком замовлень

Ідея управління вхідним потоком замовлень на випробування має на меті зменшити втрати, що виникають внаслідок неузгодженості параметрів інтенсивності вхідного потоку замовлень та пропускної здатності випробувальної установи.

Список посилань

1. Корнієнко І.В. Функціональна схема модулю управління вхідним потоком вимог на випробування ОВТ / І.В. Корнієнко, С.П. Корнієнко, С.М. Троцік, С.М. Казначей, О.В. Жирна // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – Чернігів : ДНДІ ВС ОВТ, 2020. – Вип. № 3(5). – С. 41-49.

УДК 612:656.7.086.1 (044)

Іванець О.Б., канд. техн. наук, доцент

Національний авіаційний університет, м. Київ, olchik2104@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО МЕЖ НОРМИ ПРИ ОЦІНЮВАННІ СКЛАДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Оцінювання складних об'єктів в різних галузях техніки, медицини, біології, екології, метереології завжди пов'язано з мінливістю впливу факторів дестабілізації різної природи, динамічністю функціонування таких об'єктів, нестабільністю роботи даних об'єктів, складністю внутрішніх процесів функціонування та обмеженістю альтернативного прогнозування розвитку даних об'єктів в умовах невизначеності зумовлюють актуальність проблематики забезпечення достовірності оцінки таких об'єктів. В той час як для об'єктів технічної природи широко використовується принцип оцінювання на засадах порівняння з еталонним значенням. В біологічних, екологічних, метеорологічних, економічних сферах такий підхід неможливий у зв'язку з індивідуальною особливістю функціонування кожного окремого об'єкту та особливістю реакції на різну зміну зовнішнього середовища та здатністю адаптаційної реакції кожного окремого об'єкту. Тому забезпечення індивідуального підходу при оцінювання таких мінливих об'єктів разом з використанням підходів статистичної обробки на основі ретроспективних дозволить удосконалити процедуру оцінювання. Формування індивідуальних меж норми для використання в процесі оцінювання надасть змогу врахувати внутрішні резерви та адаптаційний потенціал до бурхливого стохастичного впливу зовнішніх факторів. При оцінюванні складних об'єктів запропоновано використання T^2 - статистика Хотеллінга для визначення порушення стабільності функціонування складних об'єктів, біологічних зокрема. При дослідженні медико-біологічних показників було використане рівняння [1]:

$$z^2 = n(\bar{x} - \mu_0)^2 (\sigma)^{-1}, \quad (1)$$

яке в матричній формі можна представити наступним чином:

$$T_H^2 = n(\bar{X} - \mu_0)^T \Sigma^{-1} (\bar{X} - \mu_0). \quad (2)$$

Даний вираз є характеристикою Хотеллінга (T^2 - статистика Хотеллінга), що був використаний для оцінюванні стабільності біологічного об'єкту як багатопараметричної системи у присутності кореляції її показників [2]. Дослідження довели, що при коливаннях медико-біологічних параметрах в межах загальновизнаної норми, в об'єкті визначалась порушення стабільності, що можна було прослідити при використанні значення T_H^2 , що порівнювалося з критичним значенням T_{kp}^2 для заданого рівня статистичної значущості і числа ступенів свободи. Використання T_{kp}^2 , як контрольної границі і дозволяють визначити індивідуальні межі норми для всіх T_H^2 , які не перевищують T_{kp}^2 . На основі оброблених результатів були визначені об'єкти, що виходять за межі критичного значення, що дозволяють не тільки зробити висновок про порушення стабільності функціонування, але і надають досліднику можливість визначити який саме з показників надав суттєвий вплив на розгалуженість всієї системи організму та запровадити заходи щодо повернення стану організму в зону стабільності.

Список посилань

1. Еременко В.С. Метод обробки результатів вимірювань медичних показників /В.С. Еременко, М.Ю. Буриченко, О.Б.Іванець // Наукові технології, 2020. - № 3(47), С. 392 - 398. DOI: 10.18372/2310-5461.47.14937.
2. Ivanets, O.B., Kosheva, L.O. Approach to the evaluation of the functional state of the human body taking into account the variability of medical and biological indicators. Proceedings of the

International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, CAOL, 2019, 2019-September, стр. 661–665, 9019500.

УДК 531

Передерко А.Л., канд. техн. наук

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса, pal88@ukr.net

ВИМОГИ ДО ЧАСУ НАРОСТАННЯ КАНАЛУ ВИМІРЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

При створенні зразків нової техніки проводяться вібраційні та ударні випробування, як окремих вузлів, так і всієї конструкції виробу. Ударні випробування часто є унікальними і не відтворюваними випробуваннями виробу, тому апріорна вимірювальна інформація при їх проведенні (параметри ударного впливу та реакція конструкції, яка випробовується) має велике значення. Тому забезпеченню якості вимірювання та реєстрації динамічних ударних процесів необхідно приділяти належну увагу.

Це підвищує вимоги до калібрування та метрологічних параметрів вимірювальних каналів при виборі типу приладів вимірювання, перетворення та реєстрації інформації.

Ударне навантаження конструкцій характеризується дуже швидкоплинною передачею енергії.

Механічний удар може бути визначений: в часовій або частотній областях, в часовій і частотній областях або за відповідним спектром ударної реакції.

До вимірювальної системи можна сформулювати ряд вимог, які необхідно враховувати при вимірюванні параметрів ударної дії та реєстрації сигналу ударного перехідного процесу у часі.

Найбільш важливі з цих вимог це:

1. Забезпечення частотного діапазону вимірювальної системи. Вона повинна мати пласку амплітудну характеристику і лінійний фазовий зсув у всьому діапазоні відгуку конструкції на удар.

2. Частота вибірки даних повинна бути як мінімум удвічі вище найвищої частоти даних (частота Найквіста), що представляють інтерес. При цьому:

- необхідно правильно обрати фільтри даних, які повинні обмежувати зміст сигналу даних, щоб дані не перевищували цю максимальну частоту;

- якщо в сигналі присутня значна високочастотна складова і нас цікавить її часова розгортка, то вибірка даних повинна відбуватися з частотою, що в 10 разів перевищує цю максимальну частоту.

3. Щоб бути прийнятними для подальшого обробітку, дані вимірювання повинні мати адекватне відношення сигнал/шум.

При вимірюванні сигналу прискорення від акселерометрів, встановлених на конструкціях, які піддаються випробуванням, часто потрібно кількісно оцінити швидкість (час наростання) навантажень, відносний час між подіями навантаження або реакції конструкції або те їй інше разом узяте. Тому, щоб забезпечити точність результатів вимірювань, важливо зробити правильний вибір первинних перетворювачів, які забезпечать необхідний час наростання сигналу. Після цього необхідно вибрati компоненти вимірювальної системи (підсилювачі, фільтри і т. д.), здатні забезпечити необхідну швидкість та точність вимірювання [1, 2].

Компоненти вимірювальної системи необхідно вибирати виходячи від значення верхньої частоти, на якій вони забезпечують ослаблення сигналу не більше -3 дБ. Таким чином, виникає проблема зробити висновок про можливість по часу наростання всієї

вимірювальної системи та її окремих компонентів на основі характеристики ослаблення сигналу по верхній частоті -3 дБ ($f_{-3\text{dB}}$).

Ця проблема вивчалася при розгляді часу наростання імпульсних підсилювачів [3]. Грунтуючись на математиці (центральна гранична теорема), можна прийти до наступного: для підсилювача, що складається з n каскадів, кожен з яких не має викидів, часи наростання складаються як сума квадратного кореня. Тобто:

$$\tau = \sqrt{(\tau_1^2 + \tau_2^2 + \dots + \tau_n^2)}, \quad (1)$$

де τ – загальний час наростання, а нижні індекси $1\dots n$ – часи наростання окремих компонентів. Для нашого застосування окремі етапи можна розглядати як різні компоненти системи вимірювання. Об'єднавши час наростання кожного з компонентів, потім можна виконати загальну оцінку можливості часу наростання даної вимірювальної системи (вимірювального каналу).

Також в [3] було сформульовано ще одне правило: якщо τ - це час наростання від 10 до 90 відсотків ступінчастої характеристики підсилювача нижніх частот без надмірного викиду і має смугу пропускання -3 дБ на частоті $f_{-3\text{dB}}$, тоді:

$$\tau f_{-3\text{dB}} = 0,35\dots 0,45$$

Це правило забезпечує взаємозв'язок між часом наростання компонентів системи вимірювання і значенням верхньої частоти -3 дБ . Формула цього правила має такий сенс: нижню межу $\tau f_{-3\text{dB}} = 0,35$ можна отримати точно на основі математичних розрахунків,

пов'язаних з фільтром нижніх частот першого порядку з постійною часу $\tau_{\phi\text{НЧ}} = \frac{1}{2\pi f_{-3\text{dB}}}$.

Така система має спад на високих частотах 6 дБ на октаву, тобто найповільніший з можливих. Однак незалежно від того, наскільки крутий спад вимірювальної системи, найкоротший час наростання буде обмеженим значенням в діапазоні від $(0,35 / f_{-3\text{dB}})$ до $(0,45 / f_{-3\text{dB}})$.

На відміну від простих імпульсів, реальні ударні імпульси можуть бути досить складними [4]. Тоді виникає питання, як застосувати викладені практичні правила до складних імпульсів.

Відповідь на вказане питання полягає в тому, що необхідно аналізувати імпульс на предмет його найкоротшого і найдовшого, позитивного або негативного ходу, а також самого короткого позитивного або негативного часу наростання. Оскільки сьогодні всі дані записуються в цифровому форматі, ці правила можна легко застосувати при обробці сигналів за допомогою відповідного програмного забезпечення при проведенні аналізу даних.

Список посилань

1. Харрис С. Справочник по ударным нагрузкам./ С.М. Харрис, Ч.И.Крид // Л.: Судостроение, 1980.
2. Harris' Shock and Vibration Handbook, Cyril M. Harris, editor, Allan G.Piersol, editor, 5th ed., McGraw-Hill 2002.
3. Vacuum tube amplifiers /George E. Valley, Jr.Henry Walman, Helen Wenetsky // Copyright, 1948, by the McGraw-Hill Book Company, Inc. printed in the USA.
4. J. Edward Alexander. Shock Response Spectrum – A Primer Sound &Vibration / June 2009.

УДК 510.67+517.977.5

Дубягін О.Б., канд. техн. наук, доцент
aleksandr.dubagin@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК КЕРУЮЧОГО ВПЛИВУ НА СТРУКТУРОВАНИЙ ОБ'ЄКТ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ МІЖРІВНЕВОГО БАЛАНСУ

Серед задач управління наслідками керуючого впливу на об'єкт, структурований в багаторівневій шкалі відношень за однорідною ознакою (рис.), важливе місце займає задача оптимізації характеристик цього впливу. Порядок її розв'язання побудуємо на основі моделі міжрівневого балансу [1]. Завдяки цієї моделі вдалося створити систему показників [2], які дають всебічну оцінку міжрівневому руху одиниць об'єкта, наслідкам й ефективності керуючого впливу на останній [3]. Крім того, дана модель була застосована у створенні процедури компенсування неочікуваних наслідків міжрівневого заміщення одиниць об'єкта щодо вимірюваної в них ознаки й отримала назву «компенсаційна модель міжрівневого балансу» [4].

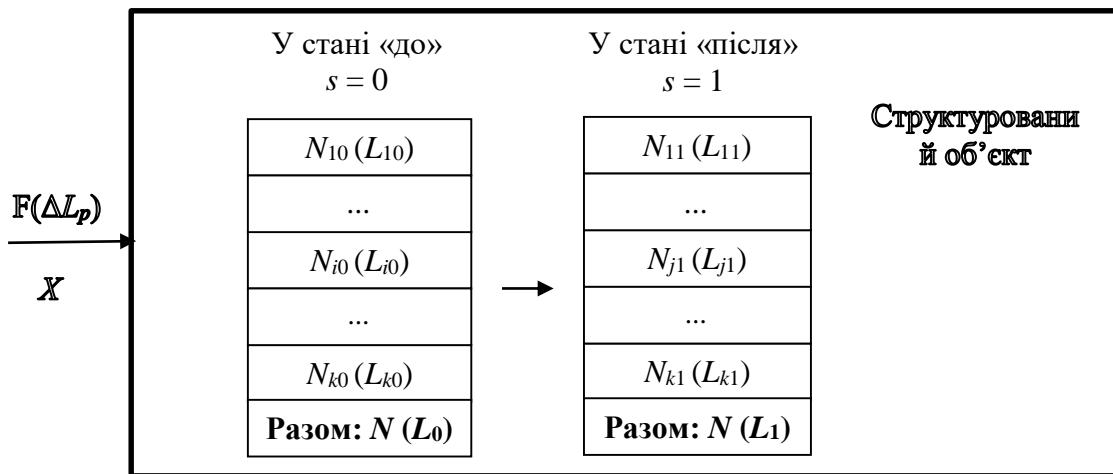


Рис. 1 – Керований структурований об'єкт до і після зовнішнього впливу на нього: $N_{i0}(L_{i0})$ і $N_{j1}(L_{j1})$ – рівнева чисельність одиниць об'єкта (сукупне значення вимірюваної у них ознаки).

Для того, щоб модель міжрівневого балансу застосувати для оптимізації характеристик керуючого впливу, маємо представити останній як функцію $F(\Delta L_p)$ ($p = 1, 2, \dots, k$) характеристик міжрівневого руху одиниць об'єкта, які потребують змін в той чи інший бік, або як невідому скінчену величину X , значення якої має бути визначено на основі даних про згадані характеристики та про очікуваний розмір $|\Delta L|$ «відклику» об'єкта на цей вплив.

$\Delta L = L_1 - L_0 = \sum_{p=1}^k \Delta L_p$ – абсолютне загальне сальдо об'єкта, представлене різницею сукупних значень ознаки, вимірюваної у всіх N його одиниць відповідно після (стан «після») і до (стан «до») керуючого впливу, або сумою p -рівневих значень абсолютноного сальдо об'єкта.

З іншого боку, абсолютне загальне сальдо об'єкта можна представити як суму часткових групових показників абсолютноного сальдо міжрівневого пересування за напрямом, регресивного ($\Delta L_{\text{в.н.}}$) та прогресивного ($\Delta L_{\text{н.в.}}$): $\Delta L = \Delta L_{\text{в.н.}} + \Delta L_{\text{н.в.}}$, - тих компонентів, які являють втрати ($\Delta L_{\text{в.н.}} < 0$) і поповнення ($\Delta L_{\text{н.в.}} > 0$) цього об'єкта [4].

Отже, задача оптимізації може розглядатися двояко.

Якщо мова йде про втрати або про поповнення об'єкта, яких необхідно уникнути ($|\Delta L_{\text{в.н.}}| \rightarrow \min$ або $|\Delta L_{\text{н.в.}}| \rightarrow \min$), тоді це – задача «максимізації» його поповнення або втрат ($|\Delta L| \rightarrow \max$) з «нульовими» обмеженнями: $\Delta L_{\text{в.н.}} = 0$ або $\Delta L_{\text{н.в.}} = 0$. Щодо її алгоритму, він має будуватися відповідно до умов і методів розв'язання задачі оптимального управління з

урахуванням канонічних форм і теорем міжрівневого балансу, якими визначаються закономірні зв'язки між складовими останнього, й є предметом окремого дослідження [4; 5].

Якщо в умовах задачі задатися скінченим очікуванням значенням $|\Delta L|$ величини наслідків керуючого впливу X на структурований об'єкт, а реакцію кожної i -ої одиниці об'єкта на цей вплив представити функцією $L(X)$, таою, що

$$l_{i1} = l_{i0} + a_i X, \quad (1)$$

де $L(X; s = 1) = l_{i1}$ і $L(X; s = 0) = l_{i0}$ – значення вимірюваної в неї ознаки у станах «до» ($X = 0$) і «після» ($X \neq 0$), a_i – значення передаточного коефіцієнта A , який характеризує на скільки змінюється значення вимірюваної в неї ознаки при зміні величини керуючого впливу на одну його одиницю виміру, тоді задача оптимізації зводиться до розв'язання рівняння:

$$L_1 = L_0 + X \cdot \sum_{i=1}^N a_i, \quad (2)$$

де $L_1 = \sum_{i=1}^N l_{i1}$, $L_0 = \sum_{i=1}^N l_{i0}$.

Отже,

$$X = \Delta L : \sum_{i=1}^N a_i, \quad (3)$$

а це означає, що величина X повністю визначається величиною ΔL очікуваного ефекту від керуючого впливу на об'єкт і його внутрішньою властивістю, що пов'язана з реакцією кожної одиниці об'єкта на цей вплив і пояснюється значеннями a_i передаточного коефіцієнта A .

Оскільки всі одиниці об'єкта представлені однорідною ознакою, то й реакція кожної з них на вплив X має бути аналогічною. Самим простим її видом є лінійна залежність (1). Щодо значень коефіцієнта A , вони визначаються емпірично.

Так, наприклад, якщо l_i – це споживча потужність (Ват) кожного i -го пристрою ($i = 1, 2, \dots N$) системи, що складається з N типових пристріїв, X – температурний режим роботи системи ($^{\circ}\text{C}$), тоді коефіцієнт a_i характеризує приріст споживчої потужності i -го пристрою при збільшенні температурного режиму його роботи на $1\ ^{\circ}\text{C}$ і визначається в конкретних температурних умовах експлуатації системи.

Список посилань

1. Дубягін, О. Б. Модель міжрівневого балансу: агрегатна форма [Текст] / О. Б. Дубягін // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2018. – № 3 (13). – С.96-104.
2. Дубягін, О. Б. Показники міжрівневого балансу: класифікація, зміст, взаємозв'язки [Текст] / О. Б. Дубягін, В. І. Гур'єв, І. В. Фірсова // The 3 rd International scientific and practical conference «Priority directions of science and technology development» (November 22-24, 2020) SPC «Sci-conf.com.ua», Kyiv, Ukraine. 2020. 1488 р. – С.432-438.
3. Дубягін, О. Б. Ефективність керуючого впливу на структурований об'єкт як числові характеристики міжрівневого балансу [Текст] / О. Б. Дубягін, В. І. Гур'єв, І. В. Фірсова // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2020. – № 1 (19). – С.133-139.
4. Дубягін, О. Б. Компенсування наслідків міжрівневого заміщення: процедура, ефективність [Текст] / О. Б. Дубягін, В. І. Гур'єв, І. В. Фірсова // Технічні науки та технології : науковий журнал. – 2020. – № 2 (20). – С.149-157.
5. Дубягін, О. Б. Балансовий метод статистичного аналізу міжрівневого руху одиниць керованого структурованого об'єкта / О. Б. Дубягін, В. І. Гур'єв, І. В. Фірсова // Звіт НДР РК № 0116U005338. – Чернігів: ЧНТУ, 2019. – С.63-77.

УДК 004.942

Баклан І.В., канд. техн. наук., доцент

Баришич Л.М., аспірант

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського»,
luka.baryshych@gmail.com

ДІВІДЕНДИ ХАРСАНІ ТА ЗНАЧЕННЯ ШАПЛІ ЯК МЕТОД ОЦІНКИ ЕВОЛЮЦІЙНОЇ ГРИ З ПЕРЕНОСНОЮ ЦІННІСТЮ

Поняття вартості в грі з переносною користі було введено Шаплі в 1953 р. Його початкова ідея полягала в тому, щоб відповісти на питання про те, що саме гравець може раціонально очікувати від гри. Однак, вимагаючи щоб оцінки гравців були послідовними для досягнення ефективності (точний розподіл соціального виходу) та симетричності (однакове ставлення за однакових обставин), значення Шаплі це скоріше інструмент нормування.[1]

Поняття дивіденду було введено Харсані в 1959 році. Ідея полягає в тому, щоб засоціювати кожну коаліцію з дивідендом (позитивним чи негативним), який розподіляється між її членами для визначення розподілу соціального надлишку.

Харсані показує, що значення Шаплі співпадає з виплатою в результаті рівного розподілу дивідендів між кожною коаліцією. Набір асигнацій, що є результатом усіх можливих розподілів дивідендів, є об'єктом, який досліджувався Васильєвим самостійно в роботах, опублікованих російською мовою в 1975 і 1978 роках, і Хаммером, Пеледом та Соренсеном у статті, опублікованій у бельгійському журналі досліджень операцій у 1977 р. хоча останній використовував назву "селектор"[1], тут ми збережемо термін Харсанова множина.

Деркс, Халлер та Пітерс популяризували цю концепцію у статті, опублікованій у Journal of Game Theory у 2000 р. На той момент вони не знали про внесок Васильєва. Про це стало відомо після публікації Васильєвим та ван дер Лааном у 2002 році статті, що містить усі відомі на той час результати. З тих пір було створено низку статей опубліковано, зокрема, Дерксом, ван дер Лааном та Васильєвим (2006, 2010), додавши нові результати, включаючи аксіоматизацію множини Харсані. [2]

У 1988 році Вебер представив поняття ймовірісного значення, яке присвоюється кожному гравцеві, його очікуваний граничний внесок, обчислений щодо розподілу ймовірностей незалежно від даних гри. Пізніше розраховуються квазізначення, враховуючи розподіл ймовірностей, що забезпечують ефективність. При цьому вартість Шеплі є унікальним ефективним та симетричним квазізначенням.[2]

Характеристична функція гри з переносною користю

Кооперативні ігри моделюють ситуацію у якій певна група акторів кооперуються навколо спільного проекту з метою максимізації сукупної вигоди. Гра вважається такою, що має переносну вартість, якщо можливі переноси (або так звані побічні виплати) певного ресурсу між гравцями.

Така гра характеризується сукупністю гравців N та характеристичною функцією v , що асоціює кожного гравця з коаліцією

$$S \subset N,$$

дійсним числом $v(S)$ що виражає мінімальну (потенційну) вигоду від коаліції, що виражається як мінімальна вигода, яку можна отримати не вступаючи до інших коаліцій. При цьому $v(i)$ це вигода, яку отримує гравець i , $v(N)$ це максимальна вигода від «повної» коаліції, а $v(\emptyset) = 0$.

Характеристичні функції є супераддитивними, тобто для будь-яких

$$S, T \subset N$$

$$S \cap T = \emptyset \Rightarrow v(S) + v(T) \leq v(S \cup T)$$

Це означає, що для будь-якої коаліції об'єднуватися вигідніше, ніж залишатися у малій групі. З цієї властивості випливає наступна:

$$\sum v(i) \leq v(N)$$

Також характеристична функція монотона:

$$S \subset T \Rightarrow v(S) \leq v(T)$$

Еволюційні коаліційні ігри

У еволюційній коаліційній грі агенти у популяції використовують стратегію обрану зі скінченної множини та створюють випадкові коаліції [2]. Взаємодія агентів проходить у рамках еволюційної моделі та може бути описана багатогравцевою стратегічною грою. Кожна коаліція продукує певну корисність, що тотожна з вигодою цієї коаліції та виражається як сума виплат всіх членів багатогравцевої гри обраної стратегії. При цьому корисність розподілена між гравцями у коаліції прямо пропорційно їх значенням Шаплі.

Еволюційні зміни стратегій повної популяції задаються реплікаторною функцією.

Список посилань

1. Malawski, M. "Procedural" values for cooperative games / Int J Game Theory 42, 305–324 (2013).
2. Płatkowski, T. Evolutionary Coalitional Games / Dyn Games Appl 6, 396–408 (2016)
3. Dehez, Pierre. On Harsanyi dividends and asymmetric values / CORE Discussion Papers 2015/40 (2015)
4. Vasil'ev, V.A. Cores and generalized NM-solutions for some class of cooperative games, in Driessen T. et al (Eds.) / Russian contributions to game theory and equilibrium theory, Springer, Berlin, 91-149 (2019)
5. Nowak MA Evolutionary dynamics., Exploring the Equations of Life / Harvard University Press, Belkin (2006).

УДК 681.32

Єременко В.С., докт. техн. наук, професор
Осінцева М. Б., аспірант

Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського»,
nau_307@ukr.net, mashaosintseva08@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ ДЛЯ ОПРАЦЮВАННЯ СПЕКТРІВ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ

В основі задачі неруйнівного контролю методом вільних коливань лежить порівняння спектрів сигналів, отриманих від досліджуваного об'єкта з дефектних і бездефектних зон. На даний момент для порівняння і аналізу еталонного та дефектного спектрів існує багато критеріїв відмінності. Вибір інформативних параметрів, критеріїв їх оцінювання залежать від багатьох впливових величин: матеріал, з якого виготовлений досліджуваний зразок, величина дефекту, глибина залягання дефекту, товщина дослідного зразка, зовнішні впливи і т.д. Для коректного аналізу інформативних параметрів і визначення виду дефекту необхідно правильно розділити вихідні дані, пов'язані сильною кореляцією, на суттєво впливові і залишкові (несуттєві).

Метод головних компонент (МГК) – це один з основних методів обробки даних у статистиці, на меті якого є зменшення розмірності досліджуваних даних з мінімальними втратами корисної інформації. Даний метод полягає у пошуку додаткової прямої або площини простору змінних, яка буде відображати максимальну дисперсію вихідних значень – така пряма або площа і називається головною компонентою. Алгоритм МГК здійснюється ітераційно, а головні компоненти визначаються як лінійні комбінації початкових змінних за формулою [1]:

$$pc_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} x_j,$$

де: i – це кількість головних компонент; j – кількість початкових змінних; x_j – центровані значення вхідних даних; α_{ij} – коефіцієнти факторного відображення, що задовільняють умову ортогональності ($\sum_{j=1}^n \alpha_{ij}^2 = 1$). Детально алгоритм роботи, математичне визначення та геометрична інтерпретація застосування методу головних компонент представлена у [2].

Дослідження можливості зменшення розмірності вектора інформативних ознак за допомогою МГК при збереженні заданої надійності розпізнавання стану об'єкта при контролі методом вільних коливань.

Для реалізації дослідження використано сигнали, отримані при неруйнівному контролі методом вільних коливань зразків вуглепластикових панелей. Було обрано два види сигналів: сигнали вільних коливань знятих на ушкоджений зоні і на бездефектній зоні зразка.

За допомогою перетворення Фур'є отримали спектри вказаних сигналів. В якості інформативних параметрів виступають значення амплітуд гармонік отриманих спектрів. За алгоритмом [2] знаходження ГК проводимо центрування вхідних даних. Потім знаходимо значення навантажень головних компонент, кількісний показник ГК, значення дисперсії, що пояснюється розрахованими головними компонентами та власні значення головних компонент.

У проведенному експерименті було визначено головні компоненти для трьох, п'яти і десяти гармонік, що пояснюють 90,4%; 98,5% і 89,9% дисперсії, відповідно. При розрахункуожної головної компоненти кількість вихідних значень амплітуд зменшується вдвічі, ніж кількість вхідних значень.

В якості міри близькості двох класів (бездефектного стану та дефектного стану) для аналізу інформативних параметрів використовувалась відстань Махalanобіса [3]. Данна міра дозволяє розрахувати і порівняти відстані між об'єктами, що відносяться до різних класів, які потребують розділення. Чим більша відстань між значеннями, тим краще розрізняються дані, що належать різним класам. Відстань Махalanобіса розраховується за формулою:

$$H = (\mu_1 - \mu_2)^T \cdot M^{-1} \cdot (\mu_1 - \mu_2),$$

де: μ_1, μ_2 – це вектори середніх значень змінних для класів X_1, X_2 ; M – об'єднана коваріаційна матриця для класів X_1, X_2 .

В нашому випадку порівнювалися відстані між множинами гармонік вхідних даних і даних, отриманих після застосування МГК для сигналів отриманих в дефектній та бездефектній області зразка:

- для трьох гармонік: вхідні дані – 3.45; дані після застосування МГК – $2.117 \cdot 10^9$;
- для п'яти гармонік: вхідні дані – 1.012; дані після застосування МГК – $2.497 \cdot 10^{10}$;
- для десяти гармонік: вхідні дані – 0.513; дані після застосування МГК – $4.212 \cdot 10^{10}$.

Таким чином, застосування методу головних компонент для опрацювання векторів інформативних параметрів дозволило збільшити відстань Махalanобіса між значеннями, отриманими в дефектній і бездефектній області на декілька порядків. Отже, застосування МГК дозволяє підвищити надійність розпізнавання по амплітудним значенням спектрів вільних коливань та зменшити розмірність простору вхідних даних.

Проведене дослідження показує, що метод головних компонент можна застосовувати при аналізі спектрів складних сигналів з локально зосередженими параметрами, зокрема вільних коливань, як підготовчий етап аналізу вхідних даних. МГК дозволяє зменшити

розмірність простору вхідних даних, та, разом з цим, підвищити надійність розпізнавання стану об'єкта контролю.

Список посилань

1. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
2. Kim Esbensen and Paul Geladi / Principal Component Analysis / Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 2 (1987) 37-52, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam - Printed in The Netherlands.
3. R. De Maesschalck, D. Jouan-Rimbaud, D. L. Massart / The Mahalanobis distance / Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems / Volume 50, Issue 1, 4 January 2000, Pages 1-18

УДК 621.128.36

Торосян Г.Д., інженер
Белявський О.В., ст. викладач

Торосян О.В., асистент

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків,
goarita888@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЮ РОЗШИРЕННЯ ІНТЕРФЕЙСУ МІКРО-ЕВМ

Автоматизація виробництва – актуальне завдання сучасного етапу розвитку засобів праці. Найважливішим елементом сучасного етапу є створення засобів дистанційного керування технологічним обладнанням (ТО) (роботи, стійки ЧПУ, склади та ін.). Таке обладнання може бути побудовано на основі мікро-ЕВМ, інтегрованих в розгалужену технологічну обчислювальну мережу. На шляху інтеграції ТО стоїть завдання створення простих і надійних засобів сполучення ТО з керуючою мікро-ЕВМ.

На відміну від мікроконтролерів мікро-ЕВМ має певний набір периферійних пристрой і зберігає програми користувача в пристрой, що запам'ятує (рисунок 1).



Рис. 1 – Структурна схема мікро-ЕВМ

МП – мікропроцесор;

ГТИ – генератор тактових імпульсів;

ЗПП – запам'ятувачий пристрій програм;

ЗПД – запам'ятувачий пристрій даних;

ПВВ – пристрій введення-виведення.

Ця структура аналогічна структурі великих ЕВМ. ЗПП зберігає інформацію після відключення живлення.

Розвиток виробництва призводить до невпинного зростання обсягів переданої інформації. Завдання забезпечення узгодженої роботи всіх елементів ТО неможливо вирішити без використання високонадійних інтерфейсних пристрой.

Метою роботи є зменшення кількості провідних з'єднань зовнішніх пристройів з керуючої мікро-ЕВМ. Функціональна електрична схема пристрою представлена на рисунку 2.

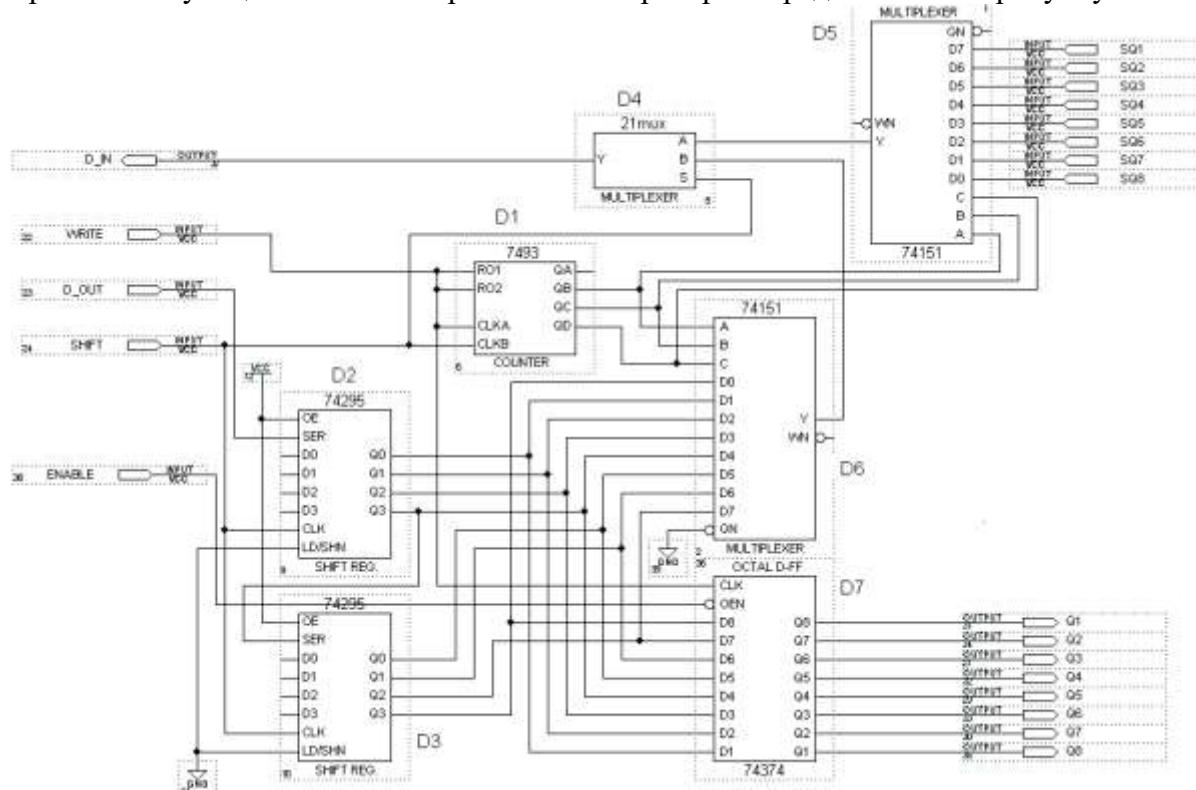


Рис. 2 – Функціональна схема пристрою розширення інтерфейсу мікро-ЕВМ

Пристрій складається з лічильника D1, зсувного реєстру D2, D3, мультиплексорів D4, D5, D6 і вихідного реєстру D7 і працює наступним чином. Сигнали u-ЕВМ, що передаються на об'єкт управління, виводяться в зсувний реєстр D2, D3 по однорозрядній шині даних D_OUT і накопичуються в ньому по фронту сигналу «SHIFT». Потенціал цього сигналу керує адресним входом S мультиплексора D4 (21MUX), з виходу якого по лінії D_IN в u-ЕВМ відправляються сигнали стану об'єкта: при «SHIFT» = 0 з виходу мультиплексора D5 – сигнали стану датчиків, а при «SHIFT» = 1 з виходу мультиплексора D6 – сигнали управління об'єктом (самоконтроль). За сигналом «WRITE» дані, накопичені в реєстрі D2, D3, переписуються в паралельному коді в реєстр D7. Цим же сигналом приводиться в початковий стан лічильник адреси (D1) мультиплексорів, що забезпечує надійну прив'язку до номера контролюваного параметра, так як сигнал «SHIFT» подається на рахунковий вхід лічильника D1.

Схема може бути легко розширенна до будь-якої кількості сигналів зв'язку з об'єктом без збільшення числа ліній зв'язку з мікро-ЕВМ. Збільшення кількості ліній зв'язку приводить до пропорційного збільшення часу обслуговування пристрою, що є неприйнятним для деяких об'єктів автоматизації. Тому найбільш доцільний варіант реалізації такого інтерфейсу – ПЛІС, наприклад, фірми «ALTERA», з швидкодією не більше 10 nS.

Таким чином, в даній роботі запропонованій варіант розширення приладового інтерфейсу мікро-ЕВМ на основі швидкодіючих програмованих логічних інтегральних схем.

Список посилань

1. Ушеніна І. В. Проектування цифрових пристройів на ПЛІС: навч. посібник / І. В. Ушеніна. – СПб: Видавництво «Лань», 2019. – 408 с.

2. Кирилов В. В. Архітектура базової ЕВМ: навч. Посібник / В. В. Кирилов. – СПб: СПбГУ ІТМО, 2010. – 144 с.

УДК 539.107

Ковальчук В.В., докт. фіз.-мат наук, професор
Одеський державний екологічний університет, lsvvvas@ukr.net

Сморж М.В., аспірант
Мамука К.В., аспірант
Національний авіаційний університет, м. Київ

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ СКЛАДОВІ НОВОГО ТИПУ: ПЛІВКИ З НАНОКЛАСТЕРАМИ

Управління властивостями матеріалів - один з ключових підходів у технології виготовлення ефективних електротехнічних та світлотехнічних систем і комплексів [1]. У такому контексті кластерне модифікування різних фаз твердотільної речовини, у тому числі, аморфної матриці являє собою досить перспективний напрямок досліджень [2,3]. Мета роботи полягала у вивченні фізико-хімічних властивостей керметів - аморфних матеріалів створених на основі SiO_2 -матриці, яка модифікувалася шляхом введення кластерного растру з d-металів (таких як Cr, Mo, Ni, Nb) [4,5].

Експеримент. Для отримання плівок Cr-SiO_2 , Mo-SiO_2 , Nb-SiO_2 , використовувалися очищенні з'єднання: бісбензиолхром, бісбензилмолібден, Ni-SiO_2 , а також тетраетоксисилан. Щоб отримати плівку Cr-SiO_2 , очищений інертний газ пропускався через нагріті органічні рідини (бісетилбензолхром та тетраетоксисилан), насичувався парами відповідних сполук, а потім потрапляв у кварцовий реактор з підкладкою, на яку, за допомогою системи лінз, фокусувався пучок потужного ультрафіолетового випромінювання (УФВ), що створювався ртутною лампою (ПРК-200, або ДРШ-500). Температура осідання плівки кермету сягала $\sim 550^\circ\text{C}$. Змінюючи умови реакції (температуру підкладки, швидкість потоку реагенту в камері, інтенсивність УФВ), можна було отримати плівки SiO_2 з різним змістом Cr атомно-кластерної дисперсності, при цьому величина питомого поверхневого опору плівок змінювалася від 10 до 10^4 Ом/кв . На рентгенограмах плівок Cr-SiO_2 , що знімалися на відбиття за методом Дебая-Шерера, були відсутні дифракційні лінії, за винятком розмитого максимуму в області малих кутів – гало. Загальна картина, яка була отримана на електронограмі від цих плівок, характеризується максимумом, що розташований поблизу первинного пучка. Величина зерна при цьому не перевищувала $\sim 50 \text{ \AA}^0$, а висота нерівностей поверхні плівок, що визначалася методом реплік по куту відтінків важким металом, складала не більше $50-70 \text{ \AA}^0$, у залежності від температури осаду керметних плівок. Нами були зафіковані певні тенденції щодо зміни характеру структури плівок. Утворенню аморфної структури сприяє такий тип хімічних зв'язків, якому відповідає енергетичний мінімум, що свідчить про стійке структурування у найближчому оточенні кластериутворюючих атомів.

Ефекти провідності, що спостерігалися нами на аморфних плівках керметів (ці плівки складені з окремих атомів або груп атомів — нанокластерів — нанокластерних центрів [5, 6], наприклад, d-металу, що оточені склоподібною діелектричною оболонкою SiO_2) у залежності від напруженості електричного поля можна умовно розділити на дві групи. До першої групи належать ефекти «слабого поля», що не викликають не обернених змін електричних властивостей плівок керметів. До другої – ті явища, що виникають за рахунок необернених змін, в електричній структурі зразків (сформовані «сильним полем»).

Результати. Ефекти слабого поля. Характерною особливістю провідності аморфних плівок Cr-SiO_2 в цьому діапазоні напруженостей електричного поля є різка нелінійність вольт-амперних характеристик (ВАХ) плівок на постійному та змінному сигналі. Слід

зауважити, що наші результати отримано при вимірюванні повздовжньої провідності Cr-SiO₂ керметів на ситалі. Для порівняння на рис.1 наведена температурна залежність поверхневого опору плівок SiO₂ з різним змістом атомно-кластерної дисперсності (Cr та Ni).

Ефекти сильного поля. Якщо значення струму через плівку кермета перевищує деяку величину I₀ (у нашому випадку — $5 \cdot 10^{-3} \div 10^{-1}$ А), то як правило, виникає новий стан, що характеризувався необоротними змінами в електричній структурі плівки. ВАХ, що формуються в режимі «сильного поля» зразків на певних частотах, довели існування не лише омічних областей, але й такої області, де виявляються характерні стрибки провідності. Абсолютна величина стрибків провідності є значно вищою в разі поперечної провідності, коли між металевими електродами знаходився тонкий шар кермету (до ~10 мкм).

Оскільки фізична природа провідності в аморфних плівках Cr- SiO₂ залишається неясною, запропоновано наступні можливі механізми.

Високий питомий опір плівок Cr-SiO₂ може бути обумовлений: а) тунелюванням носіїв у склоподібному Cr-SiO₂ (островкова провідність), якщо ізолюючі прошарки між Cr кластерами є малими, або ж б) стрибкової провідності у деякому гіпотетичному середовищі Cr-SiO₂, де перескок електронів по флюктуаційних рівнях в склі є полегшеним завдяки наявності великої кількості домішкових центрів Cr.

У деяких областях ВАХ має переважати інтенсивний захват інжектованих на пастки носіїв. При цьому залежність I(U) може сягати насичення або, навіть, супроводжуватися зменшенням струму із зростанням напруги.

Область стрибкоподібної зміни провідності на досліджуваних плівках може бути пов'язана з лавинним звільненням електронів з локалізованих центрів електричним полем. Між іншим модельний аналіз дозволяє зробити висновок про селективний характер стрибкової провідності на змінному струмі. Це відкриває можливість визначити частотний спектр локалізованих станів і оцінити час перескоку (τ) носіїв струму.

Великі значення часу перескоку характеризують багатотунельні переходи у межах окремих груп кластерних центрів. Якщо геометричні розміри таких груп кластерів перевищують відстані між найближчими центрами, то дипольний момент групи кластерних центрів є більшим, а отже, сумарна провідність збільшується. Кластерні центрів з великими значеннями τ аналогічні до глибоких центрів захвату носіїв, що є характерним для піролітичних плівок SiO₂.

Висновки. Описані вище ефекти «аномальної» провідності є стійкими і можуть знайти технічне застосування при розробці, наприклад, нових типів нелінійних носіїв інформації [6, 7].

Список посилань

1. Находкін, М.Г. Елементи функціональної електроніки [Текст] / М.Г. Находкін, Ф.Ф.Сізов – К.: Слово, 2002. – 201 с .
2. Ковальчук, В.В. Кластерная модификация полупроводниковых гетероструктур [Текст] / В.В. Ковальчук. – К.: Hi-Tech., 2007. – 309 с .
3. Kovalchuk, V.V., Dolinska, L.V. Principles of research of the devices providing of nanomeasuring [Текст] / V.V. Kovalchuk // Metrology and Devices. – 2010. – №4 (24). – P.49 – 59
4. Дроздов, В.А., Ковальчук, В.В. Електронні процеси в наноструктурах з субфазим кремнієм [Текст] / .V. Kovalchuk // Журнал фізичних досліджень.– 2003.– №4.– C.25 – 32
5. Kovalchuk, V.V. Cluster morphology of silicon nanoparticles [Текст] / V.V. Kovalchuk // Semiconductor physics, quantum electronics & optoelectronics. – 2007. – v. 10, № 4. – P. 81 – 86.
6. Kovalchuk, V.V., Kovalenko, L.B., Smorgh, M.V. Nanometrology: optical properties of Si-Nanoclusters [Текст] / V.V. Kovalchuk // Metrology and Devices. – 2019. – № 1. – C. 62 – 65.
7. Kovalchuk, V.V. Nanoelectronic's material for optic system [Текст] / V.V. Kovalchuk // Photoelectronics. – 2012.– № 21. – P.65 – 68.

УДК 001.82:004.056-047.72

Лазоренко В.В., канд. екон. наук, ст. викладач

Бебешко Б.Т., ст. викладач

Хорольська К.В., асистент

Київський національний торговельно-економічний університет, k.khorolska@knute.edu.ua

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ КІБЕРАТАК

Із розвитком інформаційних та інтелектуальних систем все актуальнішим постає питання не лише захисту даних систем, а й можливості прогнозування кібератак.

Для якісного запобігання негативному впливу кібератак потрібен час для планування захисних дій. Чим раніше буде передбачено майбутнє кібератаку тим більше часу буде на планування заходів захисту. Нажаль, у переважній більшості випадків не вистачає даних про шкідливу діяльність або вони є не повними, до того, як така діяльність починає здійснюватися.

У Законі України “Про основні засади забезпечення кібербезпеки України” від 05.10.2017 подано таке визначення поняття кібератака: «Кібератака – спрямовані (навмисні) дії в кіберпросторі, які здійснюються за допомогою засобів електронних комунікацій (включаючи інформаційно-комунікаційні технології, програмні, програмно-апаратні засоби, інші технічні та технологічні засоби і обладнання) та спрямовані на досягнення однієї або сукупності таких цілей: порушення конфіденційності, цілісності, доступності електронних інформаційних ресурсів, що обробляються (передаються, зберігаються) в комунікаційних та/або технологічних системах, отримання несанкціонованого доступу до таких ресурсів; порушення безпеки, сталого, надійного та штатного режиму функціонування комунікаційних та/або технологічних систем; використання комунікаційної системи, її ресурсів та засобів електронних комунікацій для здійснення кібератак на інші об’єкти кіберзахисту» [1].

Деякі хости призначені для виявлення попередніх кроків у циклі атак, які не передбачають залучення фактичної мережевої інфраструктури. Крім того, визначення значущих потоків може бути автоматизовано для відповідних хостів, щоб забезпечити можливість системи прогнозу адаптації до різних характеристик нетрадиційних потоків.

Відсутні дані є однією з найбільших проблем машинного навчання і мають суттєвий вплив на процес навчання та прогнозування. Дані можуть бути відсутні випадково або систематично. Втрачена цінність може спостерігатися, коли якась умова дотримана. У будь-якому з можливих випадків відсутні дані – це «показ пробки» і тому така ситуація потребує спеціального рішення для поліпшення роботи техніки прогнозування. Рішення полягає в тому, щоб замінити відсутні дані різними методами. Підтримка векторних машин (SVM – Support Vector Machines) – це один із методів навчання, який можна використовувати для заміни відсутніх даних. Іншим методом є k-найближчий сусід (KNN – k-nearest neighbor), який є алгоритмом класифікації, також відомим як IBC (Instance-Based Classifier). Екземпляр KNN позначається з урахуванням знаку більшості його сусідів k , де $k >= 1$. KNN є одним із широко використовуваних методів заміни відсутніх значень хоста.

Нейронні мережі можуть бути використані в процесі прийняття рішень, оскільки вони здатні моделювати складні нелінійні взаємозв’язки всередині набору даних. Багатошаровий персепtron (MLP – Multilayer Perceptron) – це нейромережева техніка прямого зворотного зв’язку, яка може аналізувати завдання класифікації нелінійних функцій. Архітектура MLP є комплексом щонайменше з трьох шарів вузлів і може оцінювати дані, які не можна лінійно розділити. [2, 3]

Побудова нейронних мереж дозволяє не лише прийняти рішення, але й в результаті їх обробки, розрахувати прогноз можливих майбутніх кібератак, на основі даних які аналізуються.

Щоб спрогнозувати кібератаки з неповними даними, можна використовувати техніку передбачення сигналу (хост) (PSI – predictive signal (host) imputation), що базується на алгоритмах SVM, MLP та KNN, щоб замінити втрачені значення в хостах. Проте, спершу потрібно агрегувати усі помилки (збої). Набір вхідних даних, які використовуються для розрахунку прогнозу – це набір інтервальних сигналів, значення яких змінюються з часом. Використання інтервальних сигналів як предикторів призводить до появи та необхідності обробки великої кількості даних. Щоб зменшити обсяг даних, замість того, щоб використовувати всю історію інтервалів як вхідні дані для моделі прогнозування, можна агрегувати ряд аномальних спостережень і надавати лише це сукупне значення алгоритму прогнозування. Для агрегації даних використовувалось три алгоритми: агрегація та агрегування на основі часу виконання, зважена повна середня агрегація, зважена значима середня агрегація. [4, 5]

В процесі порівняння методів прогнозування, найефективнішим є алгоритм зваженої значимої середньої агрегації (WSAA). Підхід зваженого значущого середнього враховує лише сильно корельовані похибки при обчисленні усереднених даних. Як і в попередньому методі, це дозволяє кожній значній похибці впливати на агрегацію щодо загальної кореляції з істиною правдою. Даний алгоритм приймає наступні вхідні данні: allInstances – набір не повних даних, відсоток більшості випадків для видалення – p , кількість найближчих сусідів що треба враховувати для отримання k – як вхідні та вихідні дані нового набору даних з рівномірним розподілом більшості та меншості.

Прогнозована потужність різних методів заміни хоста порівнюється за допомогою набору даних ALPHA для типів атак EM (Endpoint Malware), MD (Malicious Destination) і ME (Malicious Email). У наборі даних 58% випадків містять принаймні один втрачений хост, а методи заміщення, що передбачають, такі як SVM, KNN та MLP, використовуються для заміни втрачених значень хоста. Після заміни втрачених значень хоста використовується класифікатор Bayes.Net із перехресною валідацією у 10 складок для обчислення значення AUC (Under Receiver Curve) для кожного типу атаки.

Прогнозування кібератак з неповними даними за допомогою передбачення сигналу дозволяє оцінити відповідність нетрадиційних сигналів для прогнозування. Ретельне комплексне використання PSI без надмірного використання замінених сигналів для визначення значних відставань може забезпечити ще кращу та надійнішу роботу.

Список посилань

1. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 р. № 45. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19/ed20171005#n10> (дата звернення: 14.05.2021)
2. Saar-Tsechansky M., Provost F., (2007) Handling missing values when applying classification models. Journal of machine learning research 8 (Jul): 1623-1657. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1314498.1314553>
3. Rahman M.M., Davis D.N. (2013) Machine Learning-Based Missing Value Imputation Method for Clinical Datasets. In: Yang GC., Ao S., Gelman L. (eds) IAENG Transactions on Engineering Technologies. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 229. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6190-2_19
4. Luengo J., García S., Herrera F., (2012) On the choice of the best imputation methods for missing values considering three groups of classification methods. Knowledge and Information Systems. An International Journal;, 77–108. <https://doi.org/10.1007/s10115-011-0424-2>
5. Lakhno, V., Husiev, B., Blozva, A., Kasatkin, D., & Osypova, T. (2020). КЛАСТЕРИЗАЦІЯ ОЗНАК МЕРЕЖЕВИХ АТАК В ЗАДАЧАХ АНАЛІЗУ ЗАХИЩЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ. Електронне фахове наукове видання "Кібербезпека: освіта, наука, техніка", 1(9), 45-58. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2020.9.4558>

УДК 004.005.932

Криворучко О.В, докт. техн. наук, професор
Десятко А.М., PhD, доцент
Шестак Я.І., директор ІОЦ ГЦІТ КНТЕУ
Захаров Р.Г, аспірант

Київський національний торговельно-економічний університет, desyatko@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

При моделюванні будь-якої інформаційної системи застосовуються різні методи системного аналізу. На практиці, відслідковування та прогнозування поведінки інформаційних систем при тих чи інших видах збуджуючих і керованих впливів замінюється дослідженням і прогнозуванням поведінки їх моделей. Під моделлю в даному випадку слід розуміти будь-яке відображення інформаційної системи, яке може бути використано замість неї для дослідження її властивостей і прогнозування можливих варіантів її поведінки. Всі моделі систем діляться на ізоморфні і гомоморфні. Інформацію, яка одержана за допомогою символічних моделей незручно обробляти (хоч це і можливо) для подальшого використання в системах управління інформаційними системами. Тому найбільше поширення для створення і експлуатації інформаційних систем одержали математичні моделі [1].

На підприємствах можуть розглядатись різні моделі для покращення їх діяльності шляхом використання інформаційних систем. Під математичним моделюванням розуміють процес встановлення відповідності даному реальному об'єкту деякої математичної форми, яка називається математичною моделлю. При створенні моделі інформаційної системи найчастіше використовуються такі види математичного моделювання як аналітичне та імітаційне.

Найбільш повне вивчення процесу функціонування системи можна провести в тому випадку, якщо відомі явні залежності, що зв'язують шукані характеристики з початковими умовами, параметрами і змінними системи. Однак такі залежності вдається отримати лише для порівняно простих систем. При ускладненні систем їх дослідження аналітичними методами наштовхується на певні труднощі, що є істотним недоліком методу. У цьому випадку, щоб використовувати аналітичний метод, спрощують первісну модель, що дає можливість вивчити хоча б загальні властивості системи [2].

Більш складні завдання вирішуються за допомогою імітаційного моделювання. І цим визначаються його переваги перед аналітичним моделюванням. Також в до переваг імітаційного моделювання потрібно віднести можливість врахування всіх випадкових впливів, збуджень, різноманітних факторів, які при аналітичному моделюванні практично не можливо врахувати. Імітаційне моделювання дозволяє розкласти всі процеси на часовий прямій не загубивши усіх складових та логічної структури. Моделі дозволяють побачити всі можливості та недоліки інформаційної системи, що проектується за заданими параметрами. Для зміцнення і підтримання конкурентоспроможності підприємства потрібно першочергово розробляти модель інформаційної стратегії та в обов'язковому порядку здійснювати контроль за її дотриманням.

Список посилань

1. Пономарьова Ю.В. Логістика: Навчальний посібник / Ю.В.Пономарьова. – К.:Центр навчальної літератури, 2015. – 328 с.
2. The Modeling of Production Indicators for Machine-Building Enterprise / M. Bondar, K. Kopniak, L. Lishchynska, I. Nikolina // Competitive ability of business organizations: estimation methods and enhancement strategies : Collective monograph. – Thorpe-Bowker®, Melbourne, Australia, 2017. – pp. 13-26.

УДК 004.056.55

Палієнко О.О., канд. техн. наук, доцент

Савченко Т.В., канд. техн. наук, доцент

Київський національний торговельно-економічний університет, o.paliyenko@knute.edu.ua

КРИПТОГРАФІЧНІ МЕХАНІЗМИ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІДКРИТИХ КЛЮЧІВ

З розвитком інформаційних технологій електронні системи стали невід'ємною частиною сучасного світу, а одним з головних реквізитів документу, створеного в електронному вигляді, є електронний цифровий підпис (ЕЦП), що генерується з використанням криптографічного методу шифрування, в результаті чого створюється цифровий шифр, що супроводжується ключами, які забезпечують шифрування та дешифрування даних.

Найбільше розповсюдженими криптографічними механізмами для генерування ключів є симетричне та асиметричне шифрування.

Як відомо, в симетричних ключах, що є більш швидкими і частіше застосовуються, один ключ використовується як для шифрування, так і для дешифрування. Найпоширенішими є такі алгоритми симетричних ключів : DES, RC2, RC4, IDEA тощо.

Схеми криптографії секретних ключів, як правило, класифікуються як потокові шифри або блокові шифри. Потокові шифри працюють з одним бітом одночасно і реалізують певну форму механізму зворотного зв'язку, завдяки чому ключ постійно змінюється.

Так званий блоковий шифр, оскільки схема шифрує по одному блоку даних за раз, використовує один і той же ключ на кожному блоці. Як правило, один і той же блок відкритого тексту завжди шифруватиметься до одного і того ж зашифрованого тексту при використанні одного і того ж ключа в блочному шифрі, тоді як один і той же відкритий текст буде шифруватися до іншого зашифрованого тексту в потоковому шифрі [1-3].

Блокові шифри можуть працювати в одному з декількох режимів. Є чотири найбільш важливих: електронна книга кодексів (ECB), блок ланцюжків шифрів (CBC), режим зворотного зв'язку шифру (CFB) та зворотній зв'язок на виході (OFB) [4]. Найпоширенішою схемою криптографії із секретним ключем, яка використовується сьогодні, є стандарт шифрування даних (DES), що являє собою блок-шифр, який використовує 56-бітний ключ, який працює на 64-бітних блоках [5].

Є низка інших алгоритмів криптографії з секретними ключами, що також застосовуються, такі як CAST-128 (блок-шифр), RC2 (блок-шифр), RC4 (потоковий шифр), RC5 (блок-шифр), Blowfish (блок-шифр) та інші.

Проте, використання алгоритмів і методів асиметричної криптографії надає можливість безпечної обміну криптографічними ключами між відправником і одержувачем, що знаходяться далеко один від одного і, можливо, ніколи не зустрічалися. Отже, асиметричне шифрування передбачає створення відкритого і закритого ключів, при цьому, шифрування документу забезпечується відкритим ключем, а дешифрування – завдяки закритому ключу.

Перевагою асиметричних криптосистем можна вважати те, що для функціонування їм не потрібний етап розповсюдження секретних ключів. Але для застосування їх в мережі з недовірою між абонентами треба мати механізм автентифікації відкритих ключів, оскільки ключ шифрування є відкритим і відправник не може перевірити, чи справді відкритий ключ відповідає необхідному абоненту або зловмиснику, який підмінив криптосистему.

Інфраструктура відкритих ключів (PKI) використовує принципи і методи системи захисту інформації з відкритим ключем та забезпечує автентифікацію користувачів чи шифрування цифрового підпису електронних даних.

Основними видами атак на ЕЦП вважають [6]:

- ✓ атака на основі відомого відкритого ключа (key-only attack);
- ✓ атака на основі відомих підписаних повідомлень (known-message attack);
- ✓ проста атака з вибором підписаних повідомлень (generic chosen-message attack);

- ✓ спрямована атака з вибором повідомлення (direct chosen-message attack);
- ✓ адаптивна атака з вибором підписаного повідомлення (adaptive chosen-message attack).

При цьому, кожна атака спрямована на досягнення мети, отже, можна виділити такі види загроз [6]:

- ✓ Екзистенційна підробка, яка полягає у створенні криptoаналітиком для будь-якого повідомлення, що відрізняється від перехопленого, реального ЕЦП.
- ✓ Селективна підробка, що являє собою загрозу створення для обраного заздалегідь повідомлення реального ЕЦП.
- ✓ Універсальна підробка, яка полягає у виявленні криptoаналітиком алгоритму формування підпису, який функціонально є еквівалентним реальному алгоритму ЕЦП, що дозволить створити чи модифікувати реальні підписані повідомлення.
- ✓ Повне розкриття – завдяки цій загрозі криptoаналітик може обчислити особистий ключ користувача, що, можливо, відрізняється від дійсного, але відповідає відкритому ключу. Це дасть можливість криptoаналітику в подальшому формувати цифрові підписи для будь-яких повідомлень і нав'язувати в майбутньому такі хибні повідомлення кореспондентам.

Таким чином, підсистема безпеки системи електронного документообігу має захистити легальних користувачів від зловмисника, загрозами безпеки повідомлень при цьому є:

- ✓ Відмова користувача від відправленого повідомлення.
- ✓ Модифікація прийнятого повідомлення та ствердження, що воно надійшло у такому вигляді.
- ✓ Підробка повідомлення та ствердження, що воно надіслане конкретною особою.
- ✓ Активне перехоплення, що полягає у втручанні в роботу системи зв'язку з метою прихованої модифікації повідомлень, що передаються.
- ✓ Маскування, що імітує відправлення повідомлень від імені абонента мережі, який їх не відправляє. При цьому, для захисту від модифікації використовують цифрові сигнaturи, що сформовані за допомогою криптографічних перетворень послідовності символів, залежать від секретного ключа і вихідних повідомлень.
- ✓ Повтор повідомлень, які передавались раніше, саме на цей метод припадає більшість випадків незаконного зняття і витрати грошей в системах електронних платежів.

Список посилань

1. Krishna, Pulugurtha & Meher, Duggirala & Ravi, Duggirala. (2018). Multivariate Public Key Cryptography and Digital Signature. doi/10.13140/RG.2.2.23673.98404.
2. Kasahara, Masao & Sakai, Ryuichi. (2003). A Construction of 100 bit Public-Key Cryptosystem and Digital Signature Scheme.
3. Schneier, Bruce. (2015). Public-Key Digital Signature Algorithms. doi/10.1002/9781119183471.ch20.
4. Carolina, Robert & Lyford, Jamie & Lyons, Tarlo. (2012). The Intersection of Public Key Infrastructures and the Law. Journal Information Security Technical Report. 5. 39-52. doi /10.1016/S1363-4127(00)04005-X.
5. Alvarez, Rafael & Martínez, Francisco & Vicent, José-Francisco & Zamora, Antonio. (2018). A Matricial Public Key Cryptosystem with Digital Signature. WSEAS Transactions on Mathematics. 7. 195-204.
6. Горбенко Ю.І., Горбенко І.Д. Інфраструктури відкритих ключів. Електронний цифровий підпис. Теорія та практика. / Ю.І. Горбенко, І.Д. Горбенко. – К.: ДУТ, 2010. – 593 с.

УДК 621.794

Почапський Є.П., докт. техн. наук, ст. наук. співр.

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, м. Львів

gpochapskyy@gmail.com

Клим Б.П., канд. техн. наук, ст. наук. співр.

Великий П.П., головний технолог

Толопко Я.Д., головний інженер

МАГНЕТОАКУСТИЧНА СИСТЕМА МАЕ-1ЛР ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ВИРОБІВ ТА ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ФЕРОМАГНЕТНИХ МАТЕРІАЛІВ

Самостійним перспективним методом одержання інформації про стан феромагнетного конструкційного матеріалу є метод магнетопружної акустичної емісії (МАЕ) [1, 2]. Збуджують сигнали МАЕ зовнішнім квазістатичним магнетним полем, яке ініціює стрибкоподібне переміщення стінок магнетних доменів (ефект Баркгаузена). Ці процеси відбуваються з деякими особливостями в околі окремих дефектів чи їх скупчень, де наявні значні градієнти механічних напружень чи суттєві зміни доменної структури матеріалу під впливом воднево-механічного чинника. Такі зміни структури матеріалу та його деградація виникають за час тривалого експлуатування.

З метою апаратурного забезпечення методу МАЕ розроблена структура та виготовлений дослідний зразок магнетоакустичної системи МАЕ-1ЛР.

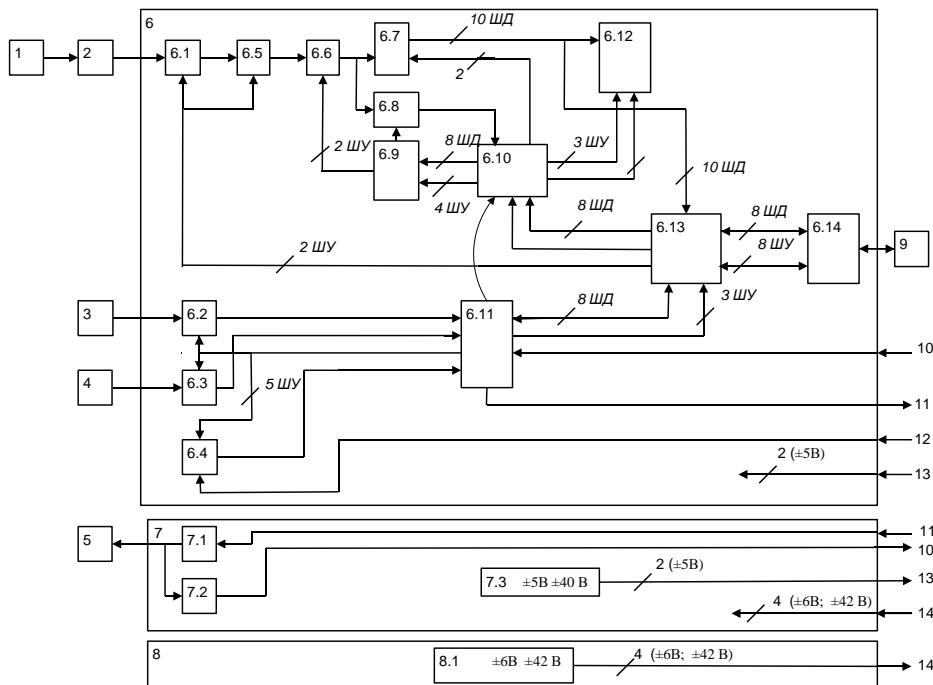


Рис. 1 – Структурна схема портативної магнетоакустичної системи МАЕ-1ЛР

Структурна схема (рис. 1) системи містить: 1 – перетворювач акустичної емісії (ПАЕ), 2 – попередній підсилювач (ПП) сигналів з виходу ПАЕ, 3 – вимірювальна котушку (ВК) для контролю магнетного потоку через феромагнетик, 4 – давач Холла (ДХ), який є вимірювальним перетворювачем каналу реєстрації напруженості магнетного поля розсіювання, 5 – накладного електромагнета (НЕМ), який служить для збудження сигналів МАЕ, 6 – блока відбору та опрацювання (БВО), який слугує для підсилення сигналів МАЕ з виходу ПП, їх селекції за частотою та амплітудною ознаками, оцифрування та оперативного запам'ятовування, обміну інформацією з 9 – ПК, 7 – блок перемагнечення (БПМ), який формує сигнал перемагнечення для НЕМ, 8 – блок акумуляторів (БА). БВО

включає канал реєстрації сигналів МАЕ, який містить: 6.1, 6.5 – фільтри низьких та високих частот, 6.6 – основний підсилювач, 6.7 – аналого-цифровий перетворювач сигналу МАЕ, 6.8 – аналоговий компаратор, який служить для порівняння підсиленого сигналу з заданим порогом дискримінації, 6.9 – цифро-аналоговий перетворювач, який служить для формування коефіцієнта підсилення основного підсилювача і порогу дискримінації, 6.10 – програмовану логічну інтегральну схему, яка служить для формування шин даних та шин управління, 6.12 – оперативно-запам'ятовуючий пристрій, який служить для збереження результатів оцифрування, 6.13 – керуючий мікроконтролер, 6.14 – контролер USB, який забезпечує зв'язок системи з – ПК. Також БВО містить 6.2, 6.3, 6.4 – підсилювачі сигналів з виходів ВК, ДХ та з виходу каналу вимірювання струму перемагнечення (ВСП), 6.11 – мікроконтролер генератора сигналу перемагнечення. В склад БПМ входить 7.1 – підсилювач потужності сигналів перемагнечення, 7.2 – давач каналу ВСП.



Рис. 2 – Дослідний зразок магнетоакустичної системи МАЕ-1ЛР

Дослідний зразок магнетоакустичної системи (рис. 2), складається з трьох блоків, які з'єднано між собою механічно гвинтами, а електрично – кабелями через роз'єми, розташовані на задніх стінках блоків. Перший верхній основний блок, *БВО*-блок відбору і опрацювання. В ньому реалізовано канал реєстрації сигналу МАЕ, канали вимірювання індукції перемагнечувального поля, напруженості магнетного поля розсіювання та струму перемагнечення. Також реалізовано канал зв'язку з персональним комп'ютером. В *БВО* формується сигнал перемагнечення, заданої частоти та форми, який поступає на другий блок системи *БПМ*. В ньому знаходиться блок живлення, який забезпечує стабілізовані напруги для живлення блока *БВО* та напруги для, реалізованого в *БПМ*, підсилювача потужності перемагнечувального сигналу, який поступає на *НЕМ*. Третій блок, *БА* – блок акумуляторів. Він забезпечує автономне живлення системи.

Розроблено системне та інформаційне програмне забезпечення системи, яке забезпечує налаштування режимів функціонування системи та дає можливість досліджувати амплітудні, часові та частотні параметри сигналу МАЕ [3], зокрема, реалізовані алгоритми побудови гістограми амплітудного та часового розподілів, знаходження спектру сигналу.

Список посилань

1. Назарчук З. Т. Технології відбору та опрацювання низькоенергетичних діагностичних сигналів // З.Т. Назарчук, В.Р. Скальський, Є.П. Почапський // К.: Наук. думка, 2014. – 304 с.
2. Скальський В.Р. Застосування методу магнетопружної акустичної емісії для оцінювання технічного стану тривало експлуатованої на нафтогоні сталі 19Г / В.Р. Скальський, Є.П. Почапський, Б.П. Клим, М.О. Рудак // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2016. – №3. – С. 81–84.

3. Почапський Є.П. Портативні засоби діагностиування виробів та елементів конструкцій за параметрами пружних хвиль різної природи / Є.П. Почапський, Б.П. Клім, Н.П. Мельник та інші // Технічна діагностика и неруйнівний контроль. – 2020. – №4. – С. 45–49.

УДК 004.056

Пославський Д. В., курсант

Сторчак А. С., канд. техн. наук, ст. викладач

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України “КПІ ім. Ігоря Сікорського”, storchakanton@gmail.com

ЗАХОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

В сучасних умовах безпека інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС) є одним із елементів забезпечення національної безпеки держави. Нормативно-правову базу в цій сфері становлять Закони України “Про основні засади забезпечення кібербезпеки України”, “Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах”, Указ Президента “Про загрози кібербезпеці держави та невідкладні заходи з їх нейтралізації” та Стратегія кібербезпеки України на 2021-2025 роки, яка розроблена з врахуванням досвіду країн-партнерів у цій сфері. Одним із таких документів є NIST Cybersecurity Framework (NIST CSF), який визначає, що відповідальні за дієздатність критично важливої інфраструктури повинні мати послідовний і однаково точний при багаторазовому застосуванні підхід до ідентифікації, оцінки та управління ризиками інформаційної безпеки. Такий підхід є необхідним, незалежно від розміру підприємства, рівня доступності даних для стороннього впливу або складності сучасних засобів інформаційної безпеки.

Методика NIST CSF представляє підхід для управління ризиками інформаційної безпеки та пропонує універсальну базу для їх розуміння [1]. Так само, як методика не орієнтується на певну галузь, так і застосована в ній універсальна класифікація стандартів, норм і загальноприйнятих методів не орієнтується на певну країну, але сприяє розвитку спільноти мови для міжнародного співробітництва з питань інформаційної безпеки. Вона складається з наступних частин: “Основа”, “Рівні реалізації заходів із захисту інформації”, “Профілі рівня захищеності” та базується на галузевих стандартах та типових методах.

“Основа” базується на функціях високого рівня, що призначені для управління ризиками інформаційної безпеки:

- ідентифікація – поглиблення знань щодо управління ризиками інформаційної безпеки відносно систем, активів, даних і можливостей;
- захист – розробка та впровадження засобів захисту для забезпечення безпеки оброблюваних інформаційних ресурсів;
- виявлення – розробка і впровадження заходів для виявлення події інформаційної безпеки;
- реагування – розробка і впровадження заходів для реагування на виявлену подію інформаційної безпеки;
- відновлення – розробка і впровадження заходів для підтримки планів щодо забезпечення стійкості та відновлення можливостей або послуг, що були порушені внаслідок події інформаційної безпеки.

Досягнення відповідності вимогам NIST CSF може бути тривалим процесом, тому для дотриматися всіх вимог при організації системи захисту ІТС необхідне впровадження та налаштування апаратних, програмних та програмно-апаратних засобів, а також переналаштування існуючих систем [2]. Також, необхідне впровадження фізичної безпеки периметру інформаційної системи та зміни стандартного функціонування певних внутрішніх процесів для збільшення їх інтенсивності [3]. Ці дії регламентуються основними

функціями стандарту NIST CSF, які обрані за основу забезпечення успішної та цілісної програми кіберзахисту.

Забезпечення всіх властивостей інформації, що обробляється в ITC досягається впровадженням засобів захисту інформації, а саме: аналізаторів мережевого трафіка (NTA або NBAD), систем виявлення і реагування на загрози на робочому місці (EDR), аналіз поведінки користувачів (UEBA), хмарні брокери/посередники безпеки (CASB), систем виявлення вторгнень (IPS), систем запобігання вторгнень (IDS), систем управління інформаційною безпекою та управління подіями безпеки (SIEM) на базі ідентифікаторів компрометації (IoC), брандмауерів, програмних та апаратних фаерволів, Proxy-серверів та віртуальних приватних мереж (VPN), систем попередження витоку даних (DLP), тощо. Для підвищення рівня захищеності ITC доцільним є використання мережевих аналізаторів та аналізаторів лог-файлів [4].

Також, для забезпечення стійкості ITC рекомендується використання таких заходів, як:

- встановлення захисту даних, що відповідає стратегії ризику організації для захисту конфіденційності, цілісності та доступності інформації;

- визначення політики кібербезпеки, встановленої в організації для визначення програм управління, а також визначенням законодавчих та нормативних вимог щодо можливостей організації в галузі кібербезпеки;

- розширення можливостей персоналу в організації завдяки обізнаності та навчанню, включаючи рольові та привілейовані тренінги користувачів;

- впровадження можливостей постійного моніторингу безпеки для моніторингу подій кібербезпеки та перевірки ефективності захисних заходів, включаючи мережеві та фізичні заходи;

- впровадження організацією уроків вдосконалення;

- координування внутрішніх та зовнішніх комунікацій під час і після виходу з інциденту в галузі кібербезпеки.

Застосування та впровадження зазначених засобів та заходів захисту дозволяє виконати такі вимоги стандарту NIST CSF:

- надання рекомендацій для полегшення управління ризиками конфіденційності згідно з підходом підприємства до управління ризиками інформаційної безпеки;

- досягнення інформаційної стійкості;

- ідентифікації і встановлення пріоритетів заходів для зниження ризиків інформаційної безпеки;

- управління ризиками інформаційної безпеки у всіх підприємствах галузі.

Висновки. Забезпечення надійного захисту інформаційно-телекомунікаційних систем можливе шляхом впровадження моделі захисту інформації на основі розглянутих заходів та засобів захисту інформації, а їх коректне розгортання та налаштування дозволяє виконати вимоги вітчизняних нормативних документів та міжнародних стандартів.

Список посилань

1. Barrett M. Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity Version 1.1: NIST Cybersecurity Framework. — Режим доступу до станд.: <https://www.nist.gov/cyberframework>.
2. Сальник С. В. Модель порушення захищеності інформаційних ресурсів комунікаційних систем / С. В. Сальник, А. С. Сторчак, А. В. Микитюк. // Information Technology and Security. – 2019. – №7. – С. 25–34.
3. Яковів І. Інформаційно-телекомунікаційна система, концептуальна модель кіберпростору і кібербезпека / І. Яковів // Information Technology and Security. – 2017. – № 5(9). – С. 134-144.
4. Toliupa S. Signature and statistical analyzers in the cyber attack detection system / S. Toliupa, V. Nakonechnyi, O. Uspenskyi. // Information Technology and Security,. – 2019. – №7. – С. 69–79.

УДК 004.056.55

Журбенко Д.О., курсант

Сторчак А.С., канд. техн. наук, ст. викладач

Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України “КПІ імені Ігоря Сікорського”, denyzhur@gmail.com

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ ФАКТОРИЗАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ РОЙОВОГО ІНТЕЛЕКТУ БДЖОЛИНИХ КОЛОНІЙ

На сьогодні питання інформаційної безпеки відноситься до одного з найбільш актуальних, для вирішення якого активно використовуються криптографічні методи захисту. Одним з таких є алгоритм шифрування RSA – криптографічна система з відкритим ключем, що забезпечує такі механізми як шифрування та цифровий підпис.

Криптосистема RSA використовується на самих різних платформах і вбудовується у велику кількість комерційних продуктів. Також її використовують операційні системи Microsoft, Apple, Sun та Novell. В апаратному виконанні RSA алгоритм застосовується в захищених телефонах, на мережевих платах Ethernet, на смарт-картах й в криптографічному обладнанні. Крім того, алгоритм входить до складу всіх основних протоколів для захищених комунікацій Internet, в тому числі S/MIME, SSL, S/WAN, IPSEC та TLS, а також використовується в багатьох установах, наприклад, в урядових службах, корпораціях, державних лабораторіях й університетах. Алгоритм RSA можна вважати найбільш поширеною криптосистемою з відкритим ключем у світі, й ця кількість має явну тенденцію до збільшення в міру зростання Internet [1].

Крім того, криптосистема RSA є частиною багатьох стандартів. Стандарт ISO 9796 описує RSA як сумісний криптографічний алгоритм, відповідний стандарту безпеки ITU-T X.509. Крім цього криптосистема RSA є частиною стандартів SWIFT, ANSI X9.31 rDSA і проекту стандарту X9.44 для американських банків. Безліч інших стандартів, що розроблюються в даний час, містять або сам алгоритм RSA або рекомендують криптосистему RSA для забезпечення секретності й встановлення достовірності (аутентифікації) [1].

Разом з широким розповсюдженням використання RSA зростає і важливість його криptoаналізу. Криптостійкість алгоритму ґрунтується на складності розкладання на множники великих чисел, а саме - на винятковій важкості визначення секретного ключа на підставі відкритого, оскільки для цього знадобиться розв'язати задачу про існування дільників цілого числа.

Розкладання натурального числа на добуток простих множників називається його факторизацією. Розкладання великих чисел є завданням високої складності й сьогодні не існує відомих способів його швидкого вирішення. В останні роки широкого застосування набули біоінспіровані алгоритми, як один із методів факторизації великих чисел.

Біоінспіровані алгоритми – алгоритми, що об'єднують математичні методи, в яких закладено принцип природних механізмів прийняття рішень. До них відносяться генетичні алгоритми, еволюційні методи, алгоритми ройового інтелекту та інші [2].

Одним з біоінспірованих підходів є метод ройового інтелекту, що охоплює в себе мурашині алгоритми, бджолині алгоритми, метод рою частинок, алгоритм крапель води та інші. Ройовий інтелект описує колективну поведінку децентралізованої системи, що самоорганізовується та складається з безлічі агентів, які локально взаємодіють між собою і з навколоишнім середовищем. Агенти зазвичай досить прості, але, завдяки локальній взаємодії, разом створюють, так званий, ройовий інтелект.

Недоліком еволюційних методів є використання «сліпого» пошуку, що в загальному випадку призводить до генерації однакових рішень або рішень з порушеннями, що збільшує час пошуку. Тому становить інтерес застосування евристичних методів, інспірованих

природними системами, в яких здійснюється поетапна побудова розв'язання задачі (додавання нового оптимального часткового рішення до вже побудованого часткового оптимального рішення) [2]. До методів даного виду відносять мурашині й бджолині алгоритми.

Бджолині алгоритми займають важливе місце серед біологічно навіяних алгоритмів комбінаторної оптимізації. Вони базуються на результатах спостереження за бджолиними роями при пошуку ними нектару. Загалом поведінка бджіл у процесі пошуку може бути описана таким чином: спочатку з вулика у випадкових напрямках вилітають бджоли-розвідники, які намагаються відшукати місця, де є нектар (формують пробні розв'язки). Через деякий час ці бджоли повертаються у вулик і особливим чином повідомляють іншим, де знайшли нектар. Після цього на знайдені місця виrushають робочі бджоли-фуражири. Чим більше в конкретному місці очікується зібрати нектару, тим більше фуражирів летить у цьому напрямку, а розвідники відлітають шукати інші місця, після чого процес повторюється.

Загальний опис бджолиного алгоритму полягає в наступному:

1. Генерування місць для пошуку нектару.
2. Оцінювання корисності місць.
3. Вибір місць для пошуку в їх околах.
4. Відправлення фуражирів.
5. Пошук в околах джерел нектару.
6. Відправлення бджіл-розвідників.
7. Випадковий пошук.
8. Оцінювання корисності нових місць.
9. Якщо умови зупинки не виконуються, то перехід на крок 2.
10. Завершення роботи [3].

Особливістю зазначеного алгоритму є те, що бджоли-фуражири прямують не точно на те саме місце, у якому бджоли-розвідники знайшли перспективні джерела нектару, а в їх околи, уточнюючи координати місць випадковим чином.

Крім того, відмінною особливістю розробленого алгоритму є динамічне розбиття пошукового простору на випадкові області, що підвищує ймовірність знаходження глобального оптимуму на кожній ітерації. Разом з тим, завдяки випадковій рівніймовірності пошуку по всій довжині відрізка, стає можливим застосування ефективних стратегій розпаралелення, що призводять до скорочення часових витрат. На кожній ітерації тимчасові витрати рівні пошуку в найбільшій околиці [3].

Отже, розглянуто сутність задачі факторизації та її місце у побудові асиметричних криптосистем. Запропоновано підхід до факторизації складених чисел з використанням нових технологій штучного інтелекту – біоінспірованих методів ройового інтелекту, що імітують процеси живої природи. Наведено загальний опис алгоритму бджолиних колоній для розв'язання задачі факторизації.

Список посилань

1. Тарнавський, Ю. А. Технології захисту інформації [Текст] / Ю.А. Тарнавський – Київ: КП ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 162 с.
2. Карпенко, А. П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой [Текст]/ А. П. Карпенко — Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 446 с.
3. Гуляницький, Л.Ф., Мулеса, О.Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації [Текст]/ Л.Ф. Гуляницький – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 142 с.

УДК 004.896:621.7.044 (075.8)

Третяк В. В., канд. техн. наук, доцент

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»

v.tretyak@Khai.edu

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ КЛАСИФІКАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ В ЗАДАЧАХ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Процедури структурного синтезу відносяться до найбільш важких в проектуванні конструкції як самих об'єктів нової техніки, так і в проектуванні технологічних процесів. Treba zaznachiti, що математичний опис об'єкта (конструкторська модель) і технологія (технологічна модель) завжди повинні жорстко і коректно бути пов'язані з функційною моделлю проектуючої системи.

Treba zaznachiti, що для автоматизованого вирішення цієї складної задачі використовують методи розпізнавання подоби. В сучасній літературі описано цілий ряд методів, які можуть бути використані в сучасних САПР системах, однак кожен з них має свої не тільки переваги, але й недоліки, які не завжди дозволяють коректно використовувати той чи інший метод.

Серед існуючих напрямів розпізнавання подоби детально розроблені чисельні методи побудови правил класифікації із заданого параметричного сімейства правил класифікації (ПК). Залежно від вираного класу і методу побудови ПК можна, виділити наступні основні групи алгоритмів: методи вибору ПК з класу простих (лінійних і кусково-лінійних ПК), методи обчислення оцінок і тестові процедури, алгоритми перебору кон'юнкцій, методи побудови дерев рішень і теоретико-графічні моделі.

Досвід розробки технологічних моделей для імпульсних технологій підказує, що найбільш досконалими і зручними для побудови розрахункових правил(РП), є графові моделі РП у вигляді бінарного дерева рішень (БДР).

Відомо, що будь-яке дерево можливо уявити за допомогою БДР. З другого боку, саме БДР має безперечні переваги при організації процедур швидкого пошуку (іспиту в задачах розпізнавання подоби, що істотно для технічної реалізації складних алгоритмів класифікації).

Дослідження РП, засновані на використуванні БДР, показали наступні їх переваги при проектуванні технологічних процесів імпульсного штампування;

- логічні закономірності, які описують складні віття БДР прості і зручні для інтерпретації фахівцями;

- будь-які логічні і аналітичні знання експерта-технолога можуть бути легко пристосовані і є використаний при побудові БДР;

- РП можуть бути просто реалізовані у вигляді порогового пристрою

- одночасно з побудовою РП проводиться скорочення ознак початкової системи;

- використання в кожній вершині оптимальної підмножини замість повного знакового простору обумовлює стійкість РП при малих об'ємах вибірок.

Дослідження процесів імпульсного штампування, розробка методики проектування технологічних процесів дозволила провести попередні дослідження і апробацію методів розпізнавання подоби з використанням БДР і впровадити алгоритми розпізнавання подоби в сучасні САПР системи [1].

Список посилань

1. Проектування технологічних процесів імпульсного оброблення методами синтезу і адресації [Текст]: навч. посіб. до дипл. проектування / В. В. Третяк, А. В. Онопченко. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 72 с.

УДК 004.05, 044.413.5

Скиба О.В.
Камак Д.О.

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки, м. Чернігів, skiborg@i.ua

ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПРИЗНАЧЕНОГО ДО ЗАСТОСУВАННЯ У ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

Розвиток інформаційних технологій передбачає подальшу інтеграцію програмної компоненти у технічні засоби найрізноманітніших типів. Відтак, зростає частка технічних засобів, у т.ч. зразків озброєння та військової техніки, залежних від функціонування вбудованого програмного забезпечення (ПЗ).

Звісно, перед серійним випуском продукції її піддають перевірці (тестуванню). Проте, якщо її передбачають закупити для потреб оборони держави, продукція проходить комплексні випробування військовими фахівцями. Окремим напрямом, що при цьому перевіряється та оцінюється, є вбудоване ПЗ.

Для оцінювання ПЗ в Україні діє серія стандартів ДСТУ ISO/IEC25XXX. Проте запропоновані у них підходи, зокрема в [1] і [2], не є безумовно застосовними для воєнної сфери та не достатньо гнучкі. Крім того, у цих стандартах зазначені методи оцінювання лише складових якості ПЗ (а не програми в цілому), а отримані результати оцінки атрибутивів якості представліні різними типами величин.

З метою проведення якісного та об'єктивного оцінювання якості ПЗ, яке передбачається використовувати у Збройних Силах, пропонується:

а) передбачати декілька варіантів оцінювання ПЗ, обрання яких здійснюється виходячи з вимог до ПЗ (жорстких або помірних);

б) враховувати важливістьожної окремої характеристики та підхарактеристики якості СПЗ, застосувавши вагові коефіцієнти [3];

в) передбачити окремі підходи до оцінювання можливостей (функцій) ПЗ, реалізованих понад вимоги;

г) розробити систему диференційованого перетворення отриманих результатів оцінювання до єдиної уніфікованої 5-рівневої шкали:

- 4,5 ÷ 5,0 – “перевищує вимоги та очікування”;
- 3,5 ÷ 4,4 – “повністю відповідає вимогам та очікуванню”;
- 2,5 ÷ 3,4 – “посередньо відповідає вимогам та очікуванню”;
- 1,5 ÷ 2,4 – “мінімально відповідає вимогам та очікуванню”;
- до 1,5 – “не відповідає вимогам та очікуванню”.

Розрахунки показників якості ПЗ (MQ) пропонується здійснювати одним із нижченаведених способів.

За нежорстких підходів до оцінювання ПЗ застосовуються формули (1) ÷ (4).

При оцінюванні на основі порівняння фактичних результатів та вимог застосовується таке рівняння:

$$MQ = \frac{V_{\text{ФАКТ}}}{V_{\text{ВИМОГ}}} \cdot K_5 \cdot K_B \cdot 10, \quad (1)$$

де $V_{\text{ФАКТ}}$ – фактичне значення показника;

$V_{\text{ВИМОГ}}$ – значення показника, зазначене у вимогах до ПЗ;

K_5 – коефіцієнт переведення до 5-рівневої шкали ($K_5 = 4$);

K_B – ваговий коефіцієнт показника якості, $0,1 \leq K_B \leq 0,9$ (сума усіх вагових коефіцієнтів показників якості, які входять до складу однієї характеристики (підхарактеристики) якості ПЗ, дорівнює 1).

У разі отримання вкрай низьких або високих показників, здійснюється коригування отриманого значення: якщо MQ менше 1, йому присвоюють оцінку 1,0, якщо MQ більше 5, йому присвоюють оцінку 5,0. Зазначений підхід також застосовується до формули (2).

Якщо враховуються лише ті отримані результати, що задовільняють вимоги, застосовується вираз:

$$MQ = \frac{N_{\text{позит}}}{N_{\text{перевір}}} \cdot K_5 \cdot K_B \cdot 10, \quad (2)$$

де $N_{\text{позит}}$ – кількість отриманих значень, що відповідають вимогам (позитивні); $N_{\text{перевір}}$ – кількість перевірок.

Якщо отримано декілька рівносильних значень, показник якості визначається як їх середньоарифметичне:

$$MQ = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N V_{\text{ФАКТ}_j}, \quad (3)$$

де $V_{\text{ФАКТ}_j}$ – фактичне значення j -го показника;
 N – кількість отриманих значень показника.

Якщо у ПЗ реалізовані додаткові (понад вимоги) можливості, здійснюється їх окреме оцінювання експертами, а результат ($MQ_{\text{додатк}}$) додається до оцінки відповідності вимогам. При цьому $0,0 \leq MQ_{\text{додатк}} \leq 0,6$ (відповідає різниці балів між “повністю відповідає вимогам та очікуванню” та “перевищує вимоги та очікування”).

Деякі показники якості визначаються в ході опитування тестувальників ПЗ. В такому разі для отримання узагальненого значення застосовується вираз:

$$MQ = \frac{\sum_{j=1}^{N_A} \sum_{m=1}^{N_K} A_{jm}}{N_A \cdot N_K}, \quad (4)$$

де A_{jm} – оцінка j -го атрибуту, здійснена m -м користувачем;

N_A – кількість атрибутів, оцінених користувачами;

N_K – кількість користувачів, які здійснили оцінювання атрибутів.

За жорстких вимог за показник якості може обирається найгірший показник (найменший або найбільший):

$$MQ = \min(V_{\text{ФАКТ}_1}, \dots, V_{\text{ФАКТ}_N}); \quad (5)$$

$$MQ = \max(V_{\text{ФАКТ}_1}, \dots, V_{\text{ФАКТ}_N}) \quad (6)$$

Або до визначення показника якості може застосовуватися бінарний підхід:

– $MQ = 4$ (“повністю відповідає вимогам та очікуванню”), якщо отримані результати задовільняють вимоги до ПЗ;

– $MQ = 1$ (“не відповідає вимогам та очікуванню”), якщо хоча б одна із вимог не задоволена.

Список посилань

- Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги до якості систем програмних засобів та їхнього оцінювання (SQuaRE). Вимірювання якості під час застосування ДСТУ ISO/IEC 25022:2019. – Чинний від 2019-01-01. – Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2019. – 49 с. (Національний стандарт України).
- Інженерія систем і програмних засобів. Вимоги до якості систем та програмних засобів та їхнього оцінювання (SQuaRE). Вимірювання якості систем та програмних продуктів ДСТУ ISO/IEC 25023:2019. – Чинний від 2019-11-01. – Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2019. – 55 с. (Національний стандарт України).
- Інформаційні технології. Оцінювання програмного продукту. Частина 5. Процес для оцінювачів ДСТУ ISO/IEC 14598-5: 2005. – Чинний від 2007-01-01. – Київ: Держспоживстандарт України, 2007. – 31 с. (Національний стандарт України).

УДК 621.39

Гумен М.Б., канд. техн. наук, доцент

Національний авіаційний університет, м. Київ, mbgumen@ukr.net

Гумен Т.Ф., ст. викладач

Національний технічний університет України “КПІ” ім. Ігоря Сікорського,

bela_09@ukr.net

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ СКОРОЧЕННЯ М'ЯЗІВ РУКИ

Сучасний світ не можна уявити без комп'ютеризованої техніки. Комп'ютеризація торкнулася практично усіх сфер людської діяльності, де практично всі сучасні професії так чи інакше пов'язані з комп'ютерними системами. Гнучкість сучасних комп'ютерних систем дозволяє використовувати їх практично для будь-яких цілей – від розважання і творчості до медицини і промисловості.

Всі ці цілі потребують взаємодії людини і машини. На допомогу приходять HID (Human Interface Device)-пристрої, які покликані вирішити це питання: комп'ютерна миша, клавіатура, графічний планшет, джойстик, промисловий маніпулятор, сканер, веб-камера, акселерометр, аеромиша, тензометричний датчик, міодатчик тощо [1].

На сьогодні розроблено низку комп'ютеризованих систем взаємодії людини з машиною, з нестандартними способами вводу інформації, але загалом вони базуються на таких пристроях, як гіроскопи, акселерометри, тензодатчики. Досить поширеними є системи на основі камер і захвату рухів тіла, але системам на основі міодатчиків приділено досить мало уваги, через деякі складнощі у вимірюванні міосигналів, тобто. сигналів, які надходять від м'язів, що скорочуються [2].

Структурна схема системи зазначеного типу зображена на рис. 1. Функціонування системи ґрунтуються на методах дослідження біоелектричних потенціалів, що виникають в скелетних м'язах людини при збудженні м'язових волокон (методи електроміографії).

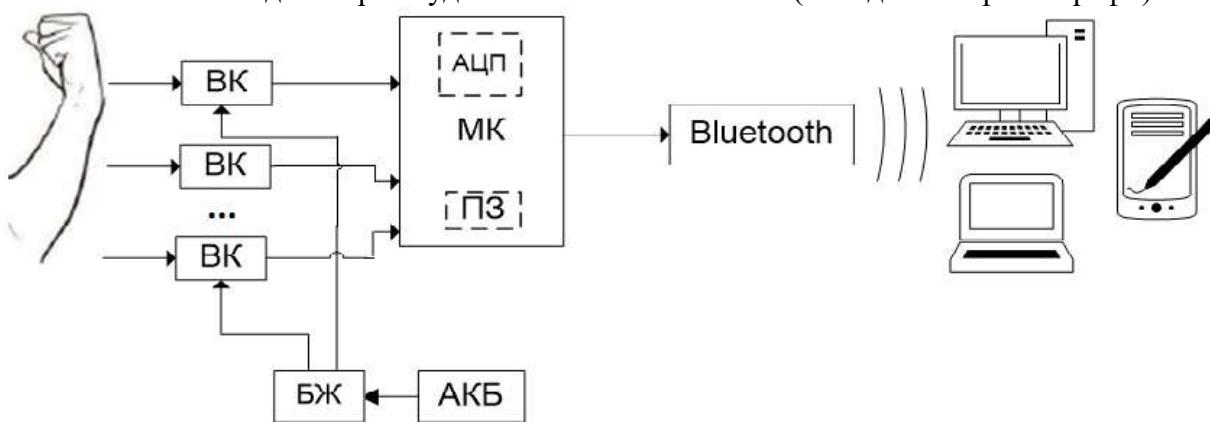


Рис. 1 – Структурна схема прототипу: ВК – вимірювальний канал, БЖ – блок живлення, АКБ – акумуляторні батареї, АЦП – аналогово-цифровий перетворювач, ПЗ – програмне забезпечення.

Вимірювальний канал, загалом, складається з двох частин. Перша з них – це система міодатчиків, які реєструють різницю потенціалів від скорочення м'язів, а друга частина – це сукупність електротехнічних перетворювачів для узгодження параметрів міосигналів з вхідними характеристиками АЦП (блок узгодження).

Кожний із міодатчиків містить три електроди. Електрод Ref призначений бути референтним електродом, відносно якого вимірюється напруга («нульовий» електрод або земля). Два інші електроди Mid і End забезпечують реєстрацію сигналів від скорочення

м'язів.

Складовими блоку узгодження є вимірювальний перетворювач на AD-8226 [3], перетворювач змінної напруги в постійну на мікросхемі TL084 [4], фільтр нижніх частот, вихідний підсилювач. АЦП є компонентом мікроконтролера Arduino Nano [5].

Платформа Nano, побудована на мікроконтролері ATmega328 (Arduino Nano 3.0) або ATmega168 (Arduino Nano 2.x). Arduino Nano надає ряд можливостей для здійснення зв'язку з комп'ютером, ще одним Ардуіно або іншими мікроконтролерами. Також, варто відзначити, що цей мікроконтролер відповідає за обробку сигналів з пристрою узгодження і їх передачу Bluetooth-модулем (зокрема HC-05C) на приймальний пристрій, в якості якого може слугувати смартфон, ноутбук, персональний комп'ютер або планшет.

Під час проектування розробленої вимірювальної системи моніторингу сигналів м'язової активності в середовищі NI Multisim було змодельовано принципову електричну схему вимірювального каналу, що дало змогу оптимізувати його такі параметри, як номінали резисторів, номінали конденсаторів, напругу живлення та коефіцієнти підсилення окремих ланок.

Розроблене програмне забезпечення мікроконтролера Arduino Nano забезпечує процеси прийому і обробки сигналів із вимірювального каналу в режимі реального часу.

Тестування прототипу системи здійснювалось шляхом проведення багаторазових вимірювань рівня напруги на виході вимірювального каналу для таких трьох положень руки:

- а) крайне ліве положення, що відповідає жесту «до себе»;
- б) розслаблена рука відповідає положенню руки «нейтральне»;
- в) крайне праве положення, що відповідає жесту «від себе».

Виходячи з отриманих даних виявлено такі інформативні параметри: а) для жесту «до себе» зміна напруги становила $0,487 (\pm 0,580)$ В; б) для жесту «від себе» – мінус $0,754 (\pm 0,720)$ В.

Висновки. Вирішено актуальне завдання розробки вимірювальної системи біопотенціалів від скорочення м'язів передпліччя людини. Результати тестування прототипу системи показали, що інформативним параметром є зміна напруги на виході вимірювального каналу. Що стосується її числового значення, то тут важливу роль грає саме місце закріплення датчиків, напруження м'язів і кут відхилення долоні при випробуванні, а також характеристики шкіри в момент проведення дослідження.

Проектування систем вимірювання біопотенціалів є актуальною задачею і буде залишатись такою в найближчі роки у зв'язку з широкою комп'ютеризацією усіх сфер діяльності людини і поступового ускладнення виробничих процесів.

Список посилань

1. Microsoft research [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://internet-exe.com/2010/01/microsoft-research-electromyography/>
2. Muscle Sensor v3 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.advancertechnologies.com/p/muscle-sensor-v3.html>
3. Wide Supply Range, Rail-to-Rail Output Instrumentation Amplifier (AD8226) [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/AD8226.pdf>
4. TL08xx JFET-Input Operational Amplifiers [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tl082.pdf>
5. Arduino [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>

УДК 519.876: 578.834: 616-036

Майданюк С.В., асистент

Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»,
maysv3@gmail.com

Терпило Н.М., педагог вищої категорії

Свиридюк Б.М., учень

Спеціалізована школа І-ІІІ ступенів №255, м. Київ, nataliaterpilo@gmail.com

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕПІДЕМІЙ, ЗОКРЕМА ПАНДЕМІЇ COVID-19

Протягом існування людства пандемії час від часу проходили територіями багатьох країн світу, що призводило до масового захворювання населення, великої кількості смертей та суспільного потрясіння за дуже короткий проміжок часу, створюючи смертельну небезпеку для людства.

У 2020 році світ сколихнула інфекційна хвороба, яка надзвичайно впливає на звичний порядок речей та забирає життя людей. Виходячи з останніх даних про темпи розповсюдження, кількість захворювань та смертей, Covid-19 вже, на даний момент, можна назвати «пандемією двадцять першого століття». Тому дослідження даних щодо поширення хвороби Covid-19 є актуальною задачею, оскільки це стосується безпосередньо наших життів та нашого майбутнього.

Вивчення закономірностей виникнення та пошук шляхів запобігання епідемій завжди були пекучою проблемою. Одним із найбільш ефективних шляхів боротьби з епідеміями може стати математичне моделювання розповсюдження вірусу, яке дасть змогу оцінити масштабність розповсюдження, доцільність вводити або скасовувати карантинні чи інші заходи, приймати більш зважені рішення, порівняти темпи поширення в різних країнах та багато іншого.

Метою дослідження є моделювання та прогнозування масштабів та наслідків поширення вірусу Covid-19 в Києві в цілому та оцінювання впливу відповідних адміністративних заходів соціального дистанціювання та масового тестування на динаміку показників захворюваності.

Метод математичного моделювання, який зводить дослідження явищ зовнішнього світу до математичних задач, посідає провідне місце серед інших методів досліджень, особливо завдяки наявності обчислювальної техніки [2, 3]. Він дозволяє проектувати нові технічні засоби, що працюють в оптимальних режимах, для розв'язання складних задач науки та техніки і передбачати нові явища. Математичні моделі зарекомендували себе важливим засобом управління та застосовуються у різних галузях, стали необхідним апаратом економічного планування і елементом автоматизованих систем управління.

Моделювання є важливим інструментом прийняття рішень, який може бути корисним для визначення заходів боротьби з епідеміями. Однак, оскільки кожна хвороба має свої біологічні особливості, моделі повинні бути адаптовані до кожного конкретного випадку, щоб мати можливість вирішувати реальні ситуації [1, 2].

У літературі описано кілька математичних моделей, які намагаються описати динаміку еволюції Covid-19 – захворювання, спричинене новим вірусом, який потребує моделі з урахуванням відомих їйому специфічних особливостей [3, 4]. Також існують ресурси для прогнозування випадків Covid-19 [5 - 7], засновані на різних математичних моделях.

Порівняння результатів моделювання прогнозування захворювання Covid-19 для міста Києва [5-7] дозволили показати практичну застосовність кожної моделі, показана ефективність методів самоізоляції. Аналіз результатів моделювання різних сценаріїв показав: досліджувані моделі не ставлять на меті дізнатися точну цифру, а дозволяють спрогнозувати тенденцію розвитку того чи іншого сценарію.

Маючи системну динамічну модель поширення епідемії, що враховує чисельність населення, даних про мобільність, можна провести моделювання багатьох різних випадків впливу Covid-19, представляючи різні реальні ситуації.

Основним завданням прогнозування розвитку епідемії є не оцінка кількості людей, що захворіють, та ступенів складності захворювання, а розроблення ефективних методів стримування та зупинки епідемії, оскільки швидкість поширення вірусних захворювань не дає змоги експериментувати із засобами стримування, а вимагає швидкої ефективної стратегії боротьби з епідемією вже в перші дні поширення.

Розростання міст та швидка урбанізація населення створюють сприятливі умови для появи та швидкого поширення різноманітних епідемій, зокрема вірусних. У світі давно розробляються та впроваджуються системи моделювання та прогнозування розвитку епідемій залежно від набору початкових умов та засобів стримування.

Ці засоби використовують для розроблення ефективних методів стримування поширення вірусного захворювання та зупинки епідемій. В Україні немає достатньо потужних систем, адаптованих до специфічних умов нашої країни та факторів, що впливають на поширення захворювання. Це призводить до значних труднощів у боротьбі з епідеміями, затрати величезних ресурсів на засоби, що є неефективними. В результаті практично кожна епідемія в Україні набуває значних масштабів.

Створення системи прогнозування розвитку епідемій, адаптованої до умов України, значно спрощує вибір засобів боротьби з захворюванням та дає змогу уникнути значного поширення епідемії у разі своєчасного виявлення захворювання та оперативного введення необхідних запобіжних заходів. Тому розроблення такої системи є дуже важливим для української системи охорони здоров'я.

В даній роботі розглянуті моделі поширення інфекційних захворювань: SIR, SEIRD. Було проведено порівняння. Отримані при моделюванні результати дозволили порівняти дані моделі між собою і показати практичне застосування кожної моделі.

Новий коронавірус є досить унікальним явищем, яке відрізняється від попередніх вірусів рядом показників. Розповсюдження вірусу залежить від багатьох факторів, тобто його моделювання потребує досить складної моделі для якісного результату, і водночас простої для того, щоб була можлива оцінка великої кількості параметрів.

Список посилань

1. Ковальчук Л. Я. Особливості епідемічного процесу при грипі та інших гострих респіраторних вірусних інфекціях в Тернопільській області у 2009 році / Л.Я. Ковальчук, М.А. Андрейчин, М.О. Кашуба і ін. // Інфекційні хвороби. - № 4. - 2009. - С. 20-27.
2. Марценюк В. П. Інформаційно-статистичний підхід до моделювання розповсюдження інфекційного захворювання на прикладі епідемії ГРЗ в період жовтень-листопад 2009 року в Тернопільській області / В.П. Марценюк, Н.В. Цяпа, М.О. Кашуба // Інфекційні хвороби. - №4. - 2009. - С. 50-59.
3. Соловйов С. О. Побудова й аналіз моделі прийняття рішень при оцінці наслідків вакцинації проти ротавірусною вакциною в Україні. Медична інформатика та інженерія. 2011. №4. С. 42-49.
4. Соловйов С. О. Прогностична модель епідемічного процесу коронавірусної інфекції Covid-19 в Україні / С. О. Соловйов, І. В. Дзюблік, О. П. Мінцер // Медична інформатика та інженерія. - № 2. - 2020. - С. 70-78.
5. Forecast and plan on a global scale [Електронний ресурс] – Режим доступа: <http://www.gleamviz.org/challenges/>
6. Возможные сценарии распространения COVID-19 [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/493564/>
7. Modeling COVID-19 Spread vs Healthcare Capacity [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://alhill.shinyapps.io/COVID19seir/>

УДК 004

Клим В.Ю., канд. техн. наук

Університет митної справи та фінансів м. Дніпро, v0123klim@gmail.com

ДЕЯКІ ЗАДАЧІ КІБЕРЗАХИСТУ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОГО ГОЛОСУВАННЯ

Сучасний рівень інформаційних технологій сприяє побудові відкритого інформаційного простору головних державних інститутів. До найбільш розвинутих секторів електронного уряду в провідних країнах світу відносять наступні: е-парламент, е-референдум, е-петиції, е-опитування. Запровадження різних форм так званої «електронної демократії» повинно вдосконалювати та доповнювати механізми конструктивного діалогу органів влади з громадськістю як на місцевому так і на загальнодержавному рівні. До важливих складових розвитку сучасного демократичного суспільства відносять електронне голосування оскільки швидкість та якість зворотного зв'язку між інституціями державного управління та суспільством завжди мають вирішальне значення у відповідності з принципами демократії [1, 2].

Країни світу поступово починали розвивати та застосовувати системи електронного голосування. Процес впровадження форм електронного уряду щільно пов'язаний із багатьма факторами і залежить від юридично-правового підґрунтя, історичних традицій, економічних, соціальних та політичних передумов, які склалися в країні. Отже і досвід застосування систем електронного голосування на рівні держави призвів до різних висновків щодо подальшого використання електронного голосування [3].

Зрозуміло, що на шляху становлення та поширення форм електронного уряду для країн стають певні проблеми, вирішення яких цілком залежить як від їх економіко-політичного рівня так і від рівня освіти населення. Зокрема перелічимо деякі з них [2, 3, 4]:

- відтворення (оновлення) комунікаційної інфраструктури;
- обізнаність більшості громадян у використанні цифрових технологій, наявність доступу громадян до мережі Інтернет по всій країні;
- наявності кваліфікованих фахівців для підтримки та супроводу програмного забезпечення.
- наявність кваліфікованих фахівців для кіберзахисту мереж, інформаційних систем, банків даних від зовнішнього та внутрішнього втручання.

За певний період застосування систем електронного голосування були визначені позитивні та негативні сторони такої форми волевиявлення громадян [3,4,5]. До головних переваг використання е-голосування в процесах державного рівня відносять наступні:

- висока швидкість підрахунку голосів, отримання результатів голосування в цілому;
- зменшення затрат часу працівників на виборчих дільницях під час виборів;
- зменшення затрат на виготовлення бюллетенів, транспортування бюллетенів до/з дільниць;
- зменшення кількості недійсних зіпсованих бюллетенів;
- висока зручність для людей похилого віку, людей із обмеженими можливостями, хворих людей;
- мобільність для людей, які перебувають у відрядженнях, за кордоном.

Але поряд із перевагами існують і суттєві недоліки застосування електронного голосування, до яких відносять наступні:

- порушення таємності голосування під час ідентифікації виборця;
- збільшення затрат на придбання та обслуговування систем електронного голосування;
- збільшення затрат для комплексного кіберзахисту як мережевої інфраструктури так і інформаційної системи електронного голосування;
- відсутність стандартів для систем електронного голосування;
- сумнівна прозорість процесу голосування;

- обмежені можливості перерахунку голосів;
- недовіра щодо об'єктивності електронного голосування в суспільстві.

На сьогодні вже чітко розподілені такі поняття як «стационарне електронне голосування» та «дистанційне електронне голосування». В першому випадку виборці голосують на вибірковій дільниці під наглядом членів вибіркової комісії, у другому – за межами вибіркової дільниці з будь-якого місця. Відповідно до вказаного поділу відбувається розвиток систем електронного голосування за двома напрямами.

Головними задачами процесу дистанційного електронного голосування, забезпеченим комплексним кіберзахистом, мають бути [3, 4, 5]:

- однозначна ідентифікація-аутентифікація учасників голосування;
- гарантування тайни волевиявлення учасників голосування;
- перевірка та додатковий контроль підрахунку голосів;
- захист каналів зв'язку при передачі особистого голосу учасника голосування на сервер обробки даних;
- контроль за відсутністю зовнішнього впливу на вибір учасника голосування;
- забезпечення достовірності переданих даних із зафікованими даними на сервері обробки даних;
- контроль за урахуванням особистого голосу учасника голосування тільки один раз.

На Україні системи електронного голосування використовують дуже обмежено і лише на локальному рівні в окремих установах: вищих навчальних закладах, місцевих радах. Системи електронного голосування державного рівня знаходяться на етапі постановки задачі [6]. На перших кроках початку реалізації проекту електронного уряду необхідно провести детальну розробку інформаційно-правової бази: розробити та впровадити комплексну правову експертизу технологічних рішень електронних форм державних інститутів на предмет їх відповідності правовим вимогам, прийняти відповідні законодавчі акти. Також електронна участь виборців передбачає визначення загальної системи ідентифікації. Тобто потрібно створення бази даних для системи індивідуальних електронних ідентифікаторів: паспортів або ID - карток. Для впровадження електронного голосування необхідний апгрейд технологічної інфраструктури у вигляді державних інвестицій або державних заохочень для бізнесу (через зменшення податків, гарантування державного замовлення і т.ін.) у забезпечення відповідного технічного рівня обладнання виборчих дільниць та розробки спеціального програмного забезпечення, а також забезпечення кіберзахисту всієї технологічної інфраструктури та програмного забезпечення системи електронного голосування.

Список посилань

1. Лахижка М.І. Електронна демократія в Україні: специфіка становлення, стан та перспективи // М.І. Лахижка. – Державно-управлінські студії. – 2019. – №4. – С. 1–12.
2. Полупан, М. Підґрунтя для ефективного впровадження електронних виборів та інтернет-голосування як ключових інструментів е-демократії. InterConf, (33). (2020). вилучено із <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/interconf/article/view/5302>
3. Николай Чикишев Электронное голосование: технологии на выборах в разных странах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dev.by/news/inet-election>
4. Ghassan Z.Qadah Electronic voting systems: Requirements, design, and implementation // Z.Qadah Ghassan, Rani Taha. – Computer Standards & Interfaces. – 2007. – Vol. 29, Is.3. – p. 376-386.
5. David Lundin Component Based Electronic Voting Systems In: Chaum D. et al. (eds) Towards Trustworthy Elections. Lecture Notes in Computer Science, vol 6000. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2010. – p. 260–273.
6. Стратегія кібербезпеки України від 15.03.2016 р. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/96/2016>.

УДК 628.9

Сатюков А.І., канд. фіз.-мат. наук

Мошель М.В., докт. техн. наук

Журко В.П. ст. викладач

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів, ivtmif@gmail.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСВІТЛЮВАЧІВ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

В різних галузях промисловості в даний час використовується величезне різноманіття оптичних вимірювальних приладів. Досить часто одним з головних параметрів вимірювань є коефіцієнт заломлення [1]. Для його визначення існує ціла гамма приладів - рефрактометри, поляриметри, інтерферометри, тощо. Важливим елементом таких приладів є освітлювач, а його головною характеристикою – спектр випромінюваного світла. Найкращі результати вимірювань забезпечують монохроматичні джерела світла. Це дає можливість суттєво зменшити невизначеність вимірювань. Найбільш відоме таке джерело – це лазер. Проте масове його використання в звичайних оптических приладах має серйозні застереження з боку техніки безпеки. Адже при необережних діях персоналу, несправності, тощо лазерний промінь може попасти в очі людині і завдати шкоду її здоров'ю. [2]

Нами були проведені дослідження різних варіантів освітлювачів вимірювальних приладів. Вимірювались спектральні смуги пропускання скляніх оптических світлофільтрів КС-13, ЗС-1 та СС-2, а також інтерференційного світлофільтра [3].

Дослідження проводились для двох поширеніших джерел світла: лампа розжарювання та світлодіод. Результати досліджень представлені в таблиці 1 та 2.

Таблиця 1 – Спектральна смуга при використанні лампи розжарювання та світлофільтрів

Назва	Вид характеристики	Спектральна смуга на рівні 0,5 макс. інтенсивності
Червоний скляний світлофільтр	Смуга пропускання	300 нм.
Зелений скляний світлофільтр	Смуга пропускання	240 нм.
Синій скляний світлофільтр	Смуга пропускання	170 нм.
Інтерференційний світлофільтр	Смуга пропускання	105 нм

Як добре видно з таблиці 1 звичайні скляні світлофільтри мають дуже широку смугу пропускання. Значно меншу смугу забезпечує тільки інтерференційний світлофільтр

Спектральні смуги випромінювання світлодіодів значно вужчі, ніж смуги пропускання звичайних світлофільтрів, але все ж таки ширше ніж інтерференційних світлофільтрів. (таблиця 2)

Таблиця 2 – Спектральна смуга світлодіодів

Назва	Вид характеристики	Спектральна смуга на рівні 0,5 макс. інтенсивності
Червоний світлодіод	Смуга випромінювання	140 нм.
Зелений світлодіод	Смуга випромінювання	120 нм.
Синій світлодіод	Смуга випромінювання	110 нм.

При дослідженні спектральних смуг комбінованих варіантів освітлювача – світлодіод + світлофільтр, найкращі результати отримані при сполученні синій світлодіод + зелений

скляний світлофільтр. У такого варіанта освітлювача спектральна смуга виявилась вужче ніж у інтерференційних світлофільтрів і склала 80нм на рівні 0,5 від максимальної інтенсивності

Навіть при грубому порівнянні вартості освітлювачів з лампою розжарення та світлофільтрами (включно з інтерференційним) та освітлювачів зі світлодіодом та скляним світлофільтром, вартість останніх виявилась нижче у 5-8 раз.

Висновки.

1. Скляні світлофільтри не забезпечують достатньо вузьку спектральну характеристику при використанні їх в освітлювачах оптичних вимірювальних приладів. Виняток - інтерференційні світлофільтри.

2. Оптимальним варіантом освітлювача є синій світлодіод + зелений скляний світлофільтр. Він має спектральну характеристику вужче ніж інтерференційні світлофільтри.

3. Такий варіант освітлювача є більш економічно обґрунтованим ніж освітлювач з лампою розжарення і рекомендується для впровадження в існуючих оптичних вимірювальних приладах з освітлювачами.

Список посилань

1. Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook, Second Edition: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement 2nd Edition, Kindle Edition by John G. Webster - CRC Press; 2nd edition (April 19, 2016), 1640p.
2. ГОСТ 31581-2012 Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий
3. ГОСТ 9411-91 Стекло оптическое цветное. Технические условия

УДК 621.311.24

Манаєв К.В., аспірант

Інженерний навчально-науковий інститут Запорізького національного університету,
kirill.manaev@outlook.com

ВІЗУАЛЬНО-БЛОЧНА МОДЕЛЬ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З ОБМОТКОЮ ЗБУДЖЕННЯ

Проектування електротехнічних комплексів, до складу яких входять синхронні генератори, вимагає побудови адекватної математичної моделі всієї системи. Розгалужена схема перетворення енергії, високий порядок системи диференціальних рівнянь призводить до ускладнень в розумінні таких систем. Опис системи в субблоках і використання стандартних бібліотек, таких як Simscape і SimPowerSystems в середовищі розробки Matlab Simulink, може вирішити вищезазначені проблеми. Але реалізація математичних моделей на схемотехніческому рівні, на якому реалізовані більшість запропонованих бібліотек, тягне за собою тривалий час моделювання і необхідність у високих обчислювальних потужностях обладнання. Більш того віртуальні моделі синхронних машин в бібліотеці SimPowerSystems є джерелами струму, що не дозволяють підключити до них послідовно-з'єднане RL-навантаження. Рішенням даної проблеми може служити опис моделі в локальних середніх значеннях змінних.

Метою даної роботи є створення візуально математичної моделі синхронного генератора з обмоткою збудження, як елемента бібліотеки візуально-блочних моделей (ВБМ).

В ході виконання роботи була побудована візуально-блочна модель синхронного генератора з обмоткою збудження. На рис. 1 представлений елемент ВБМ синхронного генератора та осцилограмми струмів синхронних генераторів віртуальної математичної моделі Synchronous Machine SI Fundamental з бібліотеки SimPowerSystems (пунктирна лінія) та розробленої ВБМ (суцільна лінія), що протікають через змінне в часі активне

навантаження. На рисунку 2 зображена розроблена математична модель синхронного генератора з обмоткою збудження в середовищі MatLAB Simulink.

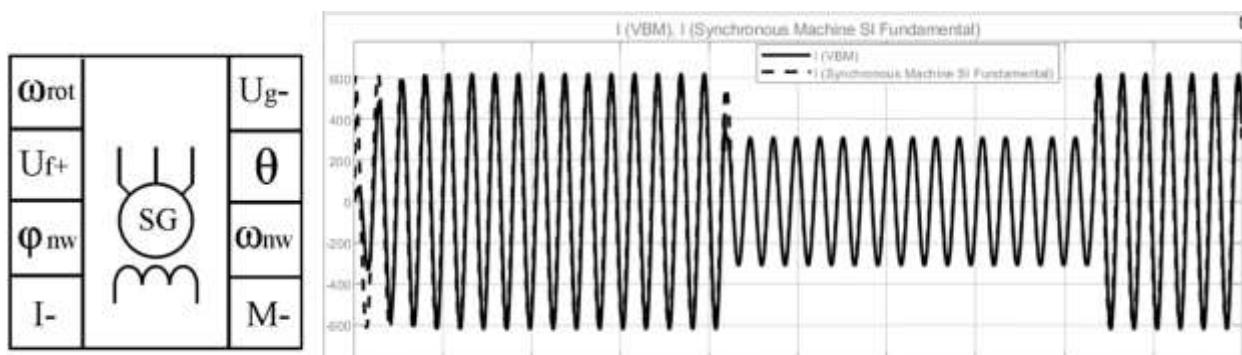


Рис.1 – Елемент «Синхронний генератор з обмоткою збудження» бібліотеки ВБМ там осцилограми струму генераторів

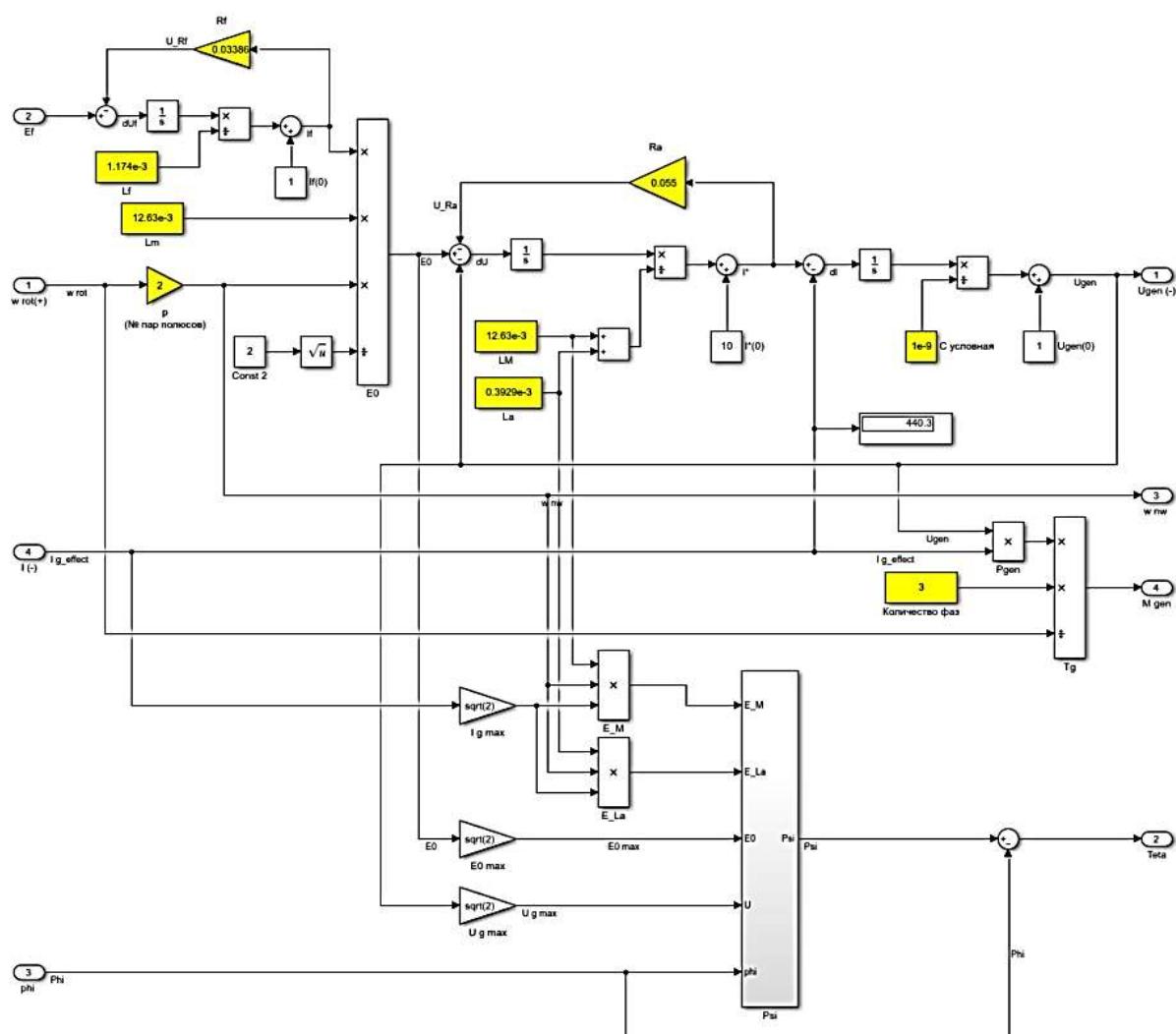


Рис. 2 – Математична модель синхронного генератора з обмоткою збудження в середовищі MatLAB Simulink

Список посилань

1. Герман-Галкин С.Г., Кардонов Г.А. – Электрические машины: Лабораторные работы на ПК. – СПб.: КОРОНА прнт, 2003. – 256 с.

2. Вольдек А.И., Попов В.В. – Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. – СПб: Питер, 2010. – 350 с.

3. Алексеевский Д.Г. Визуальное моделирование многоканальных ветроэнергетических систем // Вестник Национального технического университета. Теория и практика. – Харьков.: Национально технический университет «Харьковский политехнический институт» – 2017. – №23(1249). – с. 332 – 336.

УДК 004.77

**Неласа Г.В., канд. техн. наук, професор
Семерюк Т.М., аспірант**

Національний університет “Запорізька політехніка”, floraibotanika@gmail.com

РЕАКТИВНИЙ ТА ПРОАКТИВНИЙ ПІДХОДИ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

В даний час безліч загроз і вразливостей компонентів інфокомунікаційних мереж (ІКМ) змушує підприємства приділяти все більш серйозну увагу забезпеченням інформаційної безпеці. Для захисту ІКМ передбачається розглядати активи, такі як: АРМ, сервери, телекомунікаційне обладнання, інформаційні активи та IT-сервіси ІКМ. Експлуатація будь-яких інфокомунікаційних мереж здійснюється в умовах потенційно небезпечних впливів штучного і природнього характеру. Такі дії є проявами загроз інформаційної безпеки (ІБ) [1]. На сьогоднішній день забезпечення захищеності ІКМ здійснюється урахуванням ризиків інформаційної безпеки. Ризиком ІБ є можливий збиток організації в результаті реалізації певної загрози через уразливість. Загроза ІБ є сукупністю умов і факторів, які створюють потенційну або реально існуючу небезпеку порушення безпеки інформації. Такі загрози можуть бути реалізовані через уразливості ІКМ. На рис.1 представлена блок-схема виникнення ризику ІБ.

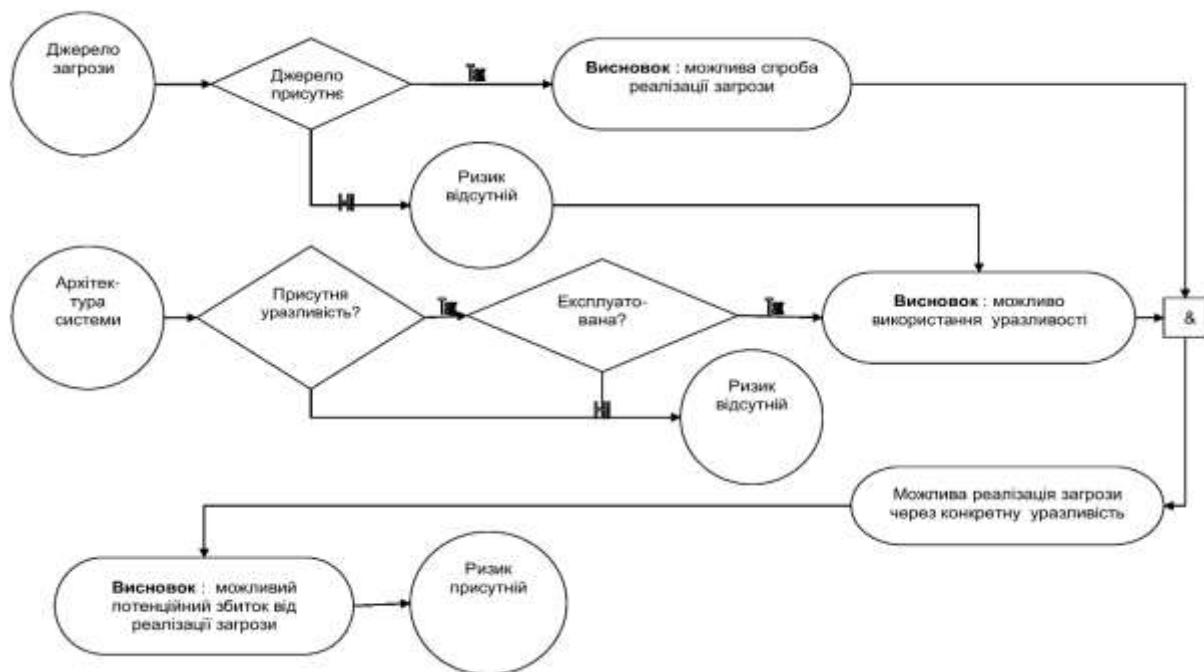


Рис. 1 – Блок-схема виникнення ризику ІБ

Оцінити ризики означає визначити ризик витоку інформації з комп'ютерної мережі підприємства. При цьому слід враховувати, що цей процес проводиться в два етапи. Перший етап - визначення границі мережі для аналізу і детальної конфігурації мережі, тобто побудова моделі комп'ютерної мережі підприємства. Другий етап - власне,

проведення аналізу ризику [2]. Аналіз ризику розбивається на ідентифікацію цінностей, загроз і вразливих місць, оцінку ймовірностей виникнення загроз і вимір ризику. Показники ресурсів (наскільки значимі загрози і уразливості) та ефективності засобів захисту можуть бути визначені як кількісними методами, наприклад, при визначенні вартісних характеристик, так і якісними, наприклад, враховуючи штатні або надзвичайно небезпечні впливи зовнішнього середовища.

Існує велика кількість програмних продуктів, які базуються на різних підходах до аналізу ризиків і вирішення різних аудиторських завдань.

Задачі, які необхідно вирішити, щоб управляти ризиками:

- оцінка ризику,
- підтримка прийняття рішень,
- впровадження управління,
- оцінка ефективності програми.

Оцінка ризиків включає в себе інвентаризацію активів, складання профілів загроз і вразливостей, оцінку ефективності заходів, які спрямовані на усунення загрози і потенційного збитку, визначення припустимого рівня залишкових ризиків. Для управління ризиками, пов'язаними з шкідливими програмними продуктами, можна застосувати два підходи: реактивний і проактивний.

Коли використовується реактивний підхід, проводиться вивчення проблеми, аналіз причин її виникнення, мінімізація наслідків атаки, усунення можливих проблем і документування всіх дій для подальшого вивчення і використання. Методи реагування включають в себе плани аварійного відновлення даних, переустановлення операційних систем і додатків на скомпрометованих комп'ютерах. Існує ієрархія реагуючих відгуків при інцидентах, пов'язаних зі шкідливими програмними продуктами.

При проактивному підході можна зменшити управління ризиками ймовірність кількості можливих успішних атак в майбутньому. Цей метод дозволить не чекати передбачувану атаку та усувати її наслідки, а звести до мінімуму саму можливість її появи. Даний підхід управління ризиками інфокомунікаційної мережі повинен включати в себе використання ешелонованої оборони. Розгортання ешелонованої оборони дозволить при прориві одного рівня оборони забезпечення захисту на наступному рівні. Необхідно враховувати, що успішні атаки в мережі при використанні шкідливого програмного продукту, не зникнуть.

Управління ризиком не може розглядатися як одномоментне рішення або дія, нехай навіть детально пророблене і обґрунтоване. Управління ризиком являє собою динамічний процес[3]. Тому комплексне використання реактивного і проактивного підходів в управлінні ризиками дозволить мінімізувати можливу успішну атаку.

Список посилань

1. Аникин И.В., Емалетдинова Л. Ю., Кирпичников А. П. Обеспечение информационной безопасности корпоративных информационных сетей через оценку и управление рисками [Текст] / И. В. Аникин, Л. Ю. Емалетдинова, А. П. Кирпичников / Вестник технологического университета. – 2015. – Т.18. – № 7. – С. 247 – 250.
2. Лопарев С., Шелупанов А. Анализ инструментальных средств оценки рисков утечки информации в компьютерной сети предприятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iso27000.ru/chitalnyi-zai/upravlenie-riskami-informacionnoi-bezopasnosti/analiz-instrumentalnyh-sredstv-ocenki-riskov-utechki-informacii-v-kompyuternoi-seti-predpriyatiya>
3. Бунцев И.А., Канев В.С. Системное управление рисками в телекоммуникациях (состояние проблемы, методы, модели, реализации) [Текст] / И. А. Бунцев, В. С. Канев / Вестник СибГУТИ. – 2009. – № 1. – С. 26 – 51.

УДК 531.7:62-2:629.7 (043.3)

Катаєва М.О., канд. техн. наук

Національний авіаційний університет, м. Київ, kataeva.mariia@gmail.com

Ігнатенко П. Л., канд. техн. наук, доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», м. Чернігів

РОЗРОБКА МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕЛЬЄФУ НАНООБ'ЄКТІВ

Підвищення ефективності виробництва і якості виробів, розвиток електронної техніки і біомедичних приладів, а також створення нових наноструктурованих матеріалів з особливими властивостями в значній мірі визначаються точністю та прецизійністю метрологічного забезпечення. Особливої уваги заслуговує проблема вимірювання параметрів рельєфу нанооб'єктів, оскільки, спираючись на попередні дослідження вітчизняних та закордонних вчених [1-3] в цій галузі, можна стверджувати, що досі не існує універсальної методики, яка б враховувала всі зовнішні дестабілізуючі фактори та специфічні властивості наноматеріалів. Оскільки властивості певних наноматеріалів відмінні від звичайних, вплив дестабілізуючих факторів на результати вимірювання може бути абсолютно непередбачуваним.

Необхідною умовою [4-6] для вибору умов вимірювання, проведення таких оцінок і подальшої інтерпретації даних є відтворюваність отриманих результатів і незмінність зразка за комплексом властивостей.

Визначено основні напрямки створення і використання методів вимірювання мікро- і наносистем:

- створення модельних уявлень зв'язків топологічних характеристик і реакції об'єкта на зовнішні впливи;
- встановлення зв'язків між властивостями елемента або системи і топологією складу, структури, зарядів і полів;
- встановлення зв'язків між технологічними факторами, кінетикою утворення і властивостями наноструктур;
- створення моделей, що пов'язують функціональні параметри пристрійв з властивостями структур, які визначаються при їх виготовленні.

Для спрощення процесу вибору методів нановимірювань розроблено методику виявлення відхилень внаслідок впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів

$$\omega(t) = \omega_1 e^{\gamma t^\alpha} + \omega_0, \quad (1)$$

де ω_1 – параметр виявлення відхилень нановимірювань в першому підінтервалі часу вимірювання;

γ – коефіцієнт, який залежить від кількості вимірювальних операцій;

α – коефіцієнт, який залежить від жорсткості впливу зовнішніх дестабілізуючих факторів;

t – час проведення вимірювань;

ω_0 – усталене значення параметру інтенсивності виявлення відхилень.

Параметри γ і α кривої, що описується формулою (1) визначається подвійним логарифмуванням функції $\omega(t)$ для двох підінтервалів часу (на перших етапах проведення вимірювання значенням ω_0 можна знехтувати):

$$\ln \ln \frac{\omega(t_2)}{\omega_1} = -\ln \gamma - \alpha \ln t_2, \quad (2)$$

$$\ln \ln \frac{\omega(t_3)}{\omega_1} = -\ln \gamma - \alpha \ln t_3. \quad (3)$$

Із рівнянь (2) і (3) отримуємо

$$\alpha = \frac{\left(\ln \ln \frac{\omega(t_2)}{\omega_1} - \ln \ln \frac{\omega(t_3)}{\omega_1} \right)}{(\ln t_3 - \ln t_2)}, \quad \ln \gamma = \left[\frac{\left(\ln \ln \frac{\omega(t_2)}{\omega_1} - \ln \ln \frac{\omega(t_3)}{\omega_1} \right)}{(\ln t_3 - \ln t_2) + \ln \ln \frac{\omega(t_2)}{\omega_1}} \right].$$

Параметр потоку $\omega(t)$ можна представити у наступному вигляді:

$$\omega(t) = \sum_{i=1}^k a_t \omega_{1,i} e^{-\gamma_i t^{a_i}} + \omega_0,$$

де k – кількість груп метрологічних параметрів, де спостерігаються певні відхилення; a_t – ваговий коефіцієнт i -ї групи параметрів.

Представленою залежністю можна описати прояв усіх видів відхилень нановимірювань. Отримані вирази є універсальними для опису потоку виявлених відхилень нанооб'єктів різної конфігурації. Відмінні умови проведення вимірювання визначатимуться тільки за рахунок значень коефіцієнтів u і a .

Стандартне відхилення випадкової величини при визначені топології поверхні нанооб'єкту можна розрахувати на основі першого центрального моменту

$$\omega_1 = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{ij} (Z_{ij} - \bar{Z})^2},$$

де Z_{ij} – значення висоти рельєфу в точці з координатами i та j ,

\bar{Z} – середнє значення висоти рельєфу по кадру СЗМ.

За допомогою другого центрального моменту розраховується двовимірне середньоквадратичне відхилення висот рельєфу, а саме

$$\omega_2 = \left[\left(\frac{1}{N} \right)^2 \sum_{ij} (Z_{ij} - \bar{Z})^2 \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Представлені розрахунки дають змогу враховувати впливи зовнішніх дестабілізуючих факторів на нанооб'єкт та гарантувати можливість корекції спричинених ними відхилень.

Список посилань

1. Бромберг Э.М., Куликовский К.Л. Тестовые методики повышения точности измерений. М.: Энергия, 2008. 242 с.
2. Кононов, С. А. Исследование измерительных и калибровочных возможностей средств измерений нанометрового диапазона. Законодательная и прикладная метрология. – 2008. – № 3. – С. 19 – 25.
3. Тодуа, П. А. Метрология и стандартизация в нанотехнологиях иnanoиндустрии. Измерительная техника. – 2008. – № 5. – С. 5 – 7.
4. The Scanning Probe Image Processor (SPIP) [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.imagemet.com.
5. J. Garnaes L. Twodimensional nanometer scale calibration based on one-dimensional gratings. Appl. Phys. A 66, 1998, P 831–835
6. R. A. Said, “Microfabrication by localized electrochemical deposition: experimental investigation and theoretical modeling,” Nanotechnology, vol. 15, pp. 867, 2004.

СЕКЦІЯ 9
ЕКОНОМІЧНІ, ПРАВОВІ ТА СОЦІАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНІ
АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ
ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ. ПРОБЛЕМИ ОСВІТИ

Alkhasov Samir, Ph.D. in Economic,
Chief Accountant of IMEX LLC (Baku, Azerbaijan) Samir.Alkasov@tobacco.az

MAIN DIRECTIONS OF COOPERATION DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

The first cooperative organization in Azerbaijan was established at the end of the XIX century. The cooperatives, which covered most of the regions in a short period, united in a single union, and since 1920 began to carry out activities under the name "Azerittifag".

Today, cooperatives play an important role in meeting the needs of the population in goods and services, providing employment, and have an important impact on the development of the country's economy.

The cooperation reached its highest level of development during the first period of the leadership of National Leader Heydar Aliyev in Azerbaijan [2]. And in the most difficult years after the restoration of our republic's independence, cooperatives provided the country's population with food and basic necessities.

"Azerittifag" as one of the most mass organizations, having united numerous shareholders around itself, adapted its activities to the new conditions. This structure, through public catering and procurement enterprises, provides citizens with trade and food services that meet modern challenges, harvests agricultural products, and directs them to meet the needs of industrial enterprises and the population.

The President of the Republic of Azerbaijan, Mr. Ilham Aliyev, highly appreciates the activities of cooperative organizations: "Consumer cooperation plays an important role in ensuring the country's food security, and I believe that cooperatives will continue to adequately perform their functions in the field of trade, procurement and production, and make a valuable contribution to the socio-economic development of the village" [1].

We have developed a national strategy for the development of the cooperative sector of the economy, which reflects the main directions of the development of cooperatives in the Republic of Azerbaijan.

I. Problems of development of the cooperative movement in the Republic of Azerbaijan.

Historically, in the "Soviet" period, there was a substitution of concepts and organizations that were traditionally called cooperatives, but were not, since they did not adhere to the classical, internationally recognized cooperative principles, which identify the cooperative as a unique form of economic activity of the general population for self-sufficiency in necessary goods and services. The negative experience of the activities of "pseudo-cooperatives" of the Soviet period is very firmly entrenched in the public consciousness, forming a negative attitude to the very name "cooperative", and everything connected with it. This created great difficulties in the process of reviving true, classic Western-type cooperatives in the country and understanding that without a developed cooperative sector, the national economy can never become effective. There is no example of a developed country in the world that does not have a developed cooperative sector of the economy. Cooperatives, as a form of self-sufficiency of the population with necessary goods and services on the basis of mutual assistance, were the organizations that forced private business to be more flexible, set lower prices and improve the quality of products. Therefore, the development of the cooperative movement, the creation of a developed cooperative sector in the national economy is an important condition for the formation of its efficiency and social orientation.

II. Goals, principles and objectives of the state policy in the field of development of the cooperative sector in the national economy

The main goal of the state policy in the field of development of the cooperative sector of the national economy is to revive in society a correct understanding of the economic and social nature of cooperatives as forms of economic self-help of the general population and to bring the activities of cooperative and quasi-cooperative organizations of the country in accordance with international cooperative principles, standards and traditions.

This article defines the main approaches of the state to the development of certain types of cooperatives for the long-term (10 years) perspective. The state guarantees the immutability of the state policy in relation to certain types of cooperatives during this period, if there is a possible change in the political course or leadership of the country. As a follow-up to the provisions of this article, the necessary amendments to the legislation regulating the activities of cooperatives will be adopted in the short term (1 year), and the Concepts for the Development of certain Types of cooperatives for the medium term (5 years) will be developed and approved)

In order to develop new cooperative and quasi-cooperative organizations that exist in the country and bring them into line with international rules and traditions, the strategic directions for the development of certain types of cooperatives are:

Consumer cooperation

- reformation from the "Soviet" to the "Western" model of functioning based on the introduction of traditional international cooperative principles, values and mechanisms of functioning-serving mainly its members, non-profit nature of activities, expanding the field of membership. Existing consumer cooperative organizations that do not agree with the reform process under the specified conditions must be reorganized into other organizational and legal (non-cooperative) forms and are subsequently deprived of the right to use the terms "cooperative", "cooperation" and phrases with these words in their names;

- creation of new classical consumer cooperatives in cities based on certain social groups (labor collective, public organization, microdistrict, etc.) operating in accordance with international cooperative principles.

Credit cooperation

The development of credit cooperation should first of all be aimed at recognizing the cooperative nature of credit unions, preventing the emergence and combating pseudo-credit unions in order to protect the deposits and savings of their members by the state. In addition, State support and the creation of the necessary conditions for the emergence of other forms of financial and credit cooperatives, especially in rural areas, is an important area. An important direction is the revival of the European model of cooperative banks in the country. Organizations of the credit cooperation system should be integrated into the national banking system, while having the opportunity to form their own system of cooperative finance, operating on the principles of self-regulation.

Agricultural cooperation

State policy in the field of agricultural cooperation should be aimed primarily at revising the "Soviet" concept of an agricultural production cooperative, traditionally identified with a collective farm, and little corresponding to the traditional cooperative practice of Western countries. In this regard, instead of the term "agricultural production cooperative" in national cooperative legislation, it is advisable to use a term that corresponds more to the cooperative idea and practice of countries with developed market economies – "cooperative for joint labor activity", the fundamental difference of which will be the work of mainly members of the cooperative, and not employees, as is often the case in production cooperatives of the "Soviet" type. In addition, the state policy in the field of development of agricultural service cooperatives should be aimed not only at supporting the creation of such cooperatives in rural areas, but also at stimulating the mass and active participation of rural residents in them. Another important strategic objective in this

area is to create conditions for the integration of small agricultural service cooperatives into a powerful vertically integrated multi-level cooperative system that would serve the needs of basic (rural) level cooperatives and make their functioning more efficient for their members.

State policy in the field of housing cooperation should be aimed primarily at creating financial and organizational and legal conditions for the mass development of various types of housing cooperatives-housing construction, housing maintenance, cooperatives of individual developers, housing construction and savings banks. At the same time, at the legislative level, it is necessary to clearly state that associations of co-owners of apartment buildings (condominiums) have a cooperative nature and are actually traditional housing and maintenance cooperatives of the Western type.

Other types of cooperatives

The state policy in the field of development of other types of cooperatives should consist in creating simple and favorable conditions for the establishment and organization of activities of any types of cooperatives that the population may need. At the same time, the cooperative should not have the goal of making a profit, but should concentrate its activities on providing only its members with the goods and services they need. The state can provide support to certain socially significant types of cooperatives from the funds of the state and local budgets. Such cooperatives can be: cooperative pharmacies, cooperative kindergartens, consumer cooperatives of disabled people, pensioners, etc.

III. Mechanisms for implementing the policy of sustainable development of the cooperative sector of the economy and the formation of effective cooperative systems:

1. Legal support

The State ensures the adoption of the basic law "On Cooperation", which defines the principles and mechanisms of functioning common to all types of cooperatives and which extends its activities to all types of cooperatives. This law should reflect all the features of the activities of the cooperative as a special non-profit organizational and legal form of economic activity. For certain types of cooperatives, separate laws can be adopted that regulate only the features of the functioning of this type of cooperative and should not contradict the basic cooperative law. In addition, the State approves model statutes and rules of internal economic activity for various types of cooperatives.

2. Organizational support

Cooperative departments are established under local government bodies or the position of a cooperative movement instructor is introduced, whose functions include assistance in the development of the cooperative movement in a certain territory and monitoring the compliance of cooperatives with cooperative principles of activity. The role of co-operative movement instructors may be performed by representatives of the relevant co-operative associations in consultation with the local government authorities.

When members adopt standard state-approved statutes and rules of internal economic activity for their cooperative, a simplified procedure for state registration of the cooperative as a legal entity and non-profit organization is carried out. If the members of the cooperative wish to adopt an atypical charter or make changes that do not correspond to the standard charter, the local instructors of the cooperative movement conduct an examination of these changes for compliance with the cooperative legislation.

Cooperatives report on the results of their activities to the authorized state body in accordance with specially developed forms of public reporting for certain types of cooperatives.

3. Financial security

Taking into account the great social significance of the development of the national cooperative movement, the state provides financial support to cooperatives by forming special cooperative funds in the state and local budgets in the amount of at least 0.01% of the revenue of the corresponding budget. Financial support for cooperatives is provided in the form of short - and

long-term returnable financial assistance, which is directed not only to support people's initiatives to create cooperatives, but also to promote the cooperative idea of economic self-help among the general population, as well as to form vertically integrated cooperative systems, the necessary service infrastructure for certain types of cooperatives. Financial support for the development of the material and technical base of cooperatives can be provided through a variety of leasing programs.

4. Scientific and personnel support

The state, at the appropriate request of cooperatives or their associations, at the expense of part of the funds of special budgetary cooperative funds, forms a state order for the training and retraining of personnel for all types of cooperatives on a competitive basis among educational institutions that have the appropriate personnel potential and subjects in the curriculum. The same educational institutions provide training for local public authorities of specialists of cooperative departments and / or instructors of the cooperative movement.

In addition, within the limits provided for the development of the cooperative movement of budgetary funds, grants are provided on a competitive basis to scientists for the implementation of scientific research and the preparation of scientific developments on the problems of the activities of cooperatives, the publication of monographs, textbooks, brochures, manuals and other methodological literature of the cooperative profile.

V. The main forms of state support for the development of the national cooperative movement

The main forms of state support for the development of the national cooperative movement on the part of the state are:

- conduct extensive awareness-raising about the role of cooperatives and the principles on which their activities are based;
- creation of favorable legislative conditions for the development of various types of cooperatives as a form of economic self-help of the population;
- prevention of the emergence and activity of pseudo-cooperatives and their discrediting of the cooperative idea in the eyes of society;
- financial and organizational support for the development of cooperatives, with proper state control over their compliance with the cooperative principles;
- automatic granting of the status of non-profit organizations to cooperatives and their associations and their exemption from income tax due to their non-profit nature;
- provision of assistance to individual sectors of the economy or social groups through the system of cooperatives and associations created by them;
- active involvement of cooperatives and their associations in the implementation of state target programs, the provision of state subsidies and subsidies to certain types of cooperatives and cooperative associations in the implementation of state programs;
- transfers to cooperatives free of charge or with subsequent purchase of individual objects of state and municipal property;

This list of forms of state support for the development of the national cooperative movement is not exhaustive. There may also be other organizational measures aimed at the rapid revival of the cooperative sector in the national economy.

For this purpose, the Government may adopt separate programs for the development of certain types of cooperatives, which should not contradict the provisions of this Strategy.

In the context of a possible decline in the standard of living of the population in the near future, it is necessary to reconsider the attitude to all types of cooperatives, considering them as an important anti-crisis element of state policy and the formation of a significant socially-oriented sector of the national economy on their basis [3]. In difficult economic conditions, the state should create all the prerequisites for the development of cooperative forms of self-help of the population,

which will help to stabilize the socio-economic situation in the country and will allow supporting millions of people in difficult times with minimal costs.

References

1. <http://ru.president.az/articles/9235>
2. Закон Азербайджанской Республики «О кооперации». – Баку, 1996. – 23 с.
3. Закон Азербайджанской Республики «О сельскохозяйственной кооперации». – Баку: Qanun, 2017. – 12 с.

Alkhasov Yashar, Associate professor, Doctor of philosophy,

Head of the Department of Practice and Career Development of Graduates of the Baku Slavic University, Baku, Azerbaijan, a-yashar@rambler.ru

PRINCIPLES OF SELECTION OF GRAMMAR MATERIAL AT THE NATIONAL SCHOOL

For Azerbaijani students, the study of grammar is not a goal, but a means of mastering a foreign language. They must know grammar in order to correctly build and understand Russian speech. This practical orientation determines the selection of linguistic material and the peculiarities of its presentation. The principles of selection of grammatical material, as well as material of other levels and aspects of the language, are a complex of linguistic and didactic principles. The most important linguistic principle is the principle of functionality, which could more accurately be called the principle of reliance on the functional system of the target language. Let us consider how the named principle is specifically implemented in the modern methods of teaching RFL. The available grammatical minima are mainly based on the usual description of the Russian language, albeit with elements of functionality. So, for example, in the field of morphology, the noun and the verb are covered in detail as the main units that form sentences. Many categorical definitions, complete grammatical features of a particular category, classifications that are not essential for the production of speech are excluded from the minimum. At the same time, the minimum includes such phenomena as, for example, the meanings of all cases and the meanings of the types of the verb, which are necessary for the formation of skills and knowledge of Russian speech. If, however, this principle is more consistently carried out in teaching Azerbaijani students and understanding functionality as a representation for the purpose of teaching the properties, phenomena, facts of the language, taking into account their significance, the patterns of interaction of units of different levels of language, then classification, categorical characteristics should be abandoned, using descriptive characteristics instead. forms of presentation of grammatical phenomena. For example, instead of the previous formulation: alternation as a means of forming the types of a verb, you can use a new formulation: correlative verbs of the imperfect form to collect, to lock and the perfect form of to collect, to lock. More attention should be paid to the functional characteristics of morphological forms and syntactic constructions. Grammatical synonymy should also be presented more widely, which is of great importance for the formation of speech activity.

Another important linguistic principle is the principle of the particular of this or that grammatical phenomenon. This principle involves the selection of the most common grammatical units. In accordance with it, the content of teaching grammar at school is excluded, for example, it is superfluous, in our opinion, to divide the names of numbers into simple, complex and composite. It is enough to restrict ourselves to the concepts of “simple number” and “compound number” (especially since this has been done even for Russian students). Obviously redundant and secondary are information about non-standard forms of the past tense of the verb, about the endings of nouns denoting settlements in -ov, -in and the endings of surnames in -in.

Taking into account the native language is one of the principles of grammar selection for educational purposes. The grammatical minima includes many such phenomena of grammar, the

study of which at school is unnecessary, i.e. there is an unjustified expansion of the language material. So, case meanings, case endings and questions of their relationship, formal indicators of verb species, verbs of movement with and without prefixes and other topics are considered in great detail.

An important methodological principle is the principle of "being covered" by the lexical minimum. This principle reflects the interconnection of vocabulary and grammar and determines the appearance in minima of such information that is not frequent: for example, nouns with -mia are included in the standard program and the "Unified grammatical minimum", since nouns with -mia are present in the "Single lexical minimum". Vocabulary selections are based solely on the lexical minimum and represent, as it were, a grammatical interpretation of the vocabulary studied at school.

Along with the indicated selection principles, other, didactic principles of accessibility and scientific character are also taken into account. However, the specifics of teaching in a Turkic-speaking environment forces us to make some adjustments. For example, the endings of the cases -ya, -yu are distinguished as independent, and not as variants of the endings -a, -u, since for Azerbaijani students it is necessary to clearly distinguish between hard and soft stems.

It seems that it is precisely this perspective of the selection and presentation of grammatical material at school that can serve as a reliable help in teaching RFL.

References

1. Aliev B.S., Alkhasov Y.K. Modern problems of RFL teaching methods. Textbook. - Baku: Mutarjim, 2020. 127 p.
2. Alkhasov Y.K. Grammatical material as the main component of the content of foreign language speech activity // Competitiveness of higher education of Ukraine in the information society: collection of abstracts of the II International scientific-practical conference. - Chernihiv: publisher Braginets OV, 2019. - P.13-17.

Tural Mamedov

Researcher at the Research Laboratory of Azerbaijan Studies and Slavic Studies, Baku Slavic University, Baku, Azerbaijan, azerbaycanshunasliq@gmail.com

ON THE QUESTION OF THE STATE'S RIGHT TO SELF-DEFENSE

The current challenges and threats of the 21st century are complex and multifaceted, and at the same time the main objects of terrorist attacks are political, economic and social, cultural and information security, the system of political relations and institutions, spiritual and moral values of society and human rights, sovereignty, inviolability of borders and territorial integrity of the state. In this regard, the issue of the use of military force by the state as self-defense against international terrorism, extremism and militant separatism acquires great importance.

It should be noted that in the practice of the implementation by the state of force against terrorism, there are also some states that, referring to Article 51 of the UN Charter, in the fight against international terrorism as self-defense have repeatedly used the use of regular military force. In the light of this issue, it must be emphasized that one of the most important issues concerns the subject of an armed attack, since, according to Art. 51 of the UN Charter, "Members of the Organization have the inalienable right to individual or collective self-defense in response to an armed attack against them." [1].

It is also important to note that the adoption of a decision on the use of military force by a state in self-defense against non-state entities engaged in terrorist activities should be carried out within the framework of the current international and national legislation and have a legal character, as well as the means and methods of conducting military operations used by those involved in armed conflict by the parties must obey international law. In this regard, in my opinion, the question

of whether antiterrorist operations can be considered within the framework of the measures provided for in the UN Charter is relevant.

An armed attack, being a particular case of violation of the principle of the non-use of force and the threat of force, belongs to the category of interstate offenses, while an act of aggression belongs to the category of international crimes. This fact found its confirmation in the UN Charter, according to which an armed attack gives rise to the state's right to self-defense and the fact of an armed attack is established by the injured state, and the fact of aggression is established by the UN Security Council. In other words, the UN Charter includes strictly differentiated consequences of these offenses. So, the scope of an armed attack is part of an act of aggression and the content of these definitions may coincide.

Therefore, the attempt by the Armenian side, represented by official Yerevan, to present the separatist movement of the Armenian ethnic minority in Nagornyi-Karabakh as a national liberation movement, guided by the principles of equality and self-determination of peoples, is legally groundless and unfounded from an international legal point of view.

In conclusion, I would like to emphasize the need to give additional impetus to the activities of the OSCE Minsk Group on the political settlement of the Nagornyi-Karabakh conflict, and for this purpose it is necessary to achieve an increase in international pressure on official Yerevan in order to force the aggressor to liberate the territories of the Republic of Azerbaijan occupied in 1992-93, which in turn is also a direct duty of the UN Security Council, in the context of the implementation of 4 UN Security Council resolutions on Nagornyi-Karabakh, adopted in 1992-1993. In connection with the occupation of these territories in 1993, the UN Security Council adopted 4 resolutions (822, 853, 874, 884), which provided for the immediate, complete and unconditional withdrawal of the occupying forces from the occupied territories and the return of refugees and displaced persons to their places of permanent residence.

"Persistent and decisive activity in the field of considering the national problems of Azerbaijan at the international level, exposing the facts of Armenian vandalism is resolutely continued today by the President of the Republic of Azerbaijan Ilham Aliyev, who is a worthy follower of the political course of the national leader of the Republic of Azerbaijan G. Aliyev" [2].

References

1. Charter of the United Nations and Statute of the International Court of Justice // [<http://www.un.org/>]
2. Mamedov S. Armenian genocide against Azerbaijanis. - Baku, Mutarjim, 2012.

Imamalieva Leyla, Ph.D in Philological science, professor
Baku Slavic University, Baku, Azerbaijan, a-yashar@rambler.ru

HERITAGE OF NIZAMI IN RUSSIAN AND EUROPEAN SCIENTIFIC RESEARCH

Since the end of the 12th century, the poetry of the Near and Middle East has developed, one might say, inspired by the works of Nizami. Western literary and creative thought also was inevitably influenced by the work of Nizami. The poet's manuscripts were taken to European libraries, translated and studied, his plots and motives were used in European works.

Nizami's perfect poetic creativity attracted the attention of all world literary critics, one of whom was Agafangel Krymskyi. A. Krymskyi in 1892 graduated from the Institute of Oriental Languages, and in 1896 the history and philology faculty of Moscow University. In 1896, the prominent scientist went on a scientific trip to Syria and Palestine for two years. Acquaintance with the Arab world and Turkey allowed him to acquire many historical documents and facts. The classic of Russian literature Lev Tolstoy read the Koran translated by A. Krymskyi.

In the monograph "Nizami and His Contemporaries" A. Krymskyi notes that the beginning of the study of Nizami in Europe was laid by Adam Oleari. "The first seriously conceived attempt to acquaint Europe with the elegant literature of Iran and Azerbaijan belongs to the secretary of the

Holstein embassy, Adam Olearius, who traveled to Persia in 1636-1639 from Shirvan and Azerbaijan. A. Olearius writes in his book "The Journey": "The Persians have excellent works by their ancient poets both in Turkic and Persian, because they use both languages in the same way... Their best poets, from whom works have survived, are - as far as I know - the following: Saadi, Hafis, Firdausi, Fussuli, Chagani, Eheli, Schams, Navai, Schaidi, Ferahsed, Deheki, Nessemi. " Is it possible that in Shamakhi, where Olearius lived for so long, his literary-educated interlocutors, Azerbaijanis, could not have named him "Nizami"? That is why a suspicion arises: the last name in the Olearian register, Nessemi, does not refer to the Azerbaijani heretic poet Nasimi, but means Nizami." [1].

A. Krymskyi dedicated one paragraph of the first chapter of the monograph "Nizami and His Contemporaries" to the German scientist Joseph von Hammer, who introduced Nizami to Europe at a high level. The scientist considers the 1871-1900s to be the period of maximum study of Nizami in Europe and calls the Hungarian scientist Wilhelm Bacher as one of the most fruitful scientists of this period. V. Bacher pointed out that Nizami died not in 1209, but in 1203. Academician Krymskyi criticizes this idea in his monograph.

One of those who devoted monographs to the life and work of Nizami was Yevgenyi Bertels. His monograph "The great Azerbaijani poet Nizami" [2] was published in 1940 in Baku. In this work, the scientist broadly illuminated the life, environment and work of Nizami. He analyzed from a scientific point of view each work included in the "Hamsa". In this monograph, Bertels also spoke in detail about the poet's lyrics, language and technique. But the monograph by E. Bertels "Nizami. The creative path of the poet", published in 1956 in Moscow deserves a greater attention. In this monograph, the scientist traces the path of studying Nizami's work from the 13th century.

In his monograph, E. Bertels also mentions the name of the Austrian scientist Joseph Hammer, talks about his work, published in Vienna in 1818. Then he tells at length about the work of the young Hungarian scientist Wilhelm Bacher "The Life and Works of Nizami", published in 1871.

The most widely researched and studied Azerbaijani poet in the West is Nizami Ganjavi. Special mention should be made of the European orientalists, who paid great attention to the life and work of Nizami and strove to study them in their perfect form. At the beginning of the 19th century, Austrian orientalist, poet and translator Joseph von Hammer got acquainted in detail with the life and work of Nizami, translated excerpts from his Hamsa into German and published a work that could create a broad idea of the rich literary heritage of the Azerbaijani poet [3]. This work introduces European readers to the work of two hundred Iranian and Azerbaijani poets who lived and worked in different periods, sometimes in a brief, sometimes in a detailed form. The researcher's special attention was drawn to the genius of Nizami. In his book, he also devoted a separate chapter to such Azerbaijani poets as Abul-Ula Ganjavi, Feleki Shirvani, Maragaly Avkhadi and Zulfugar Shirvani.

This valuable work of the Austrian orientalist translated into German large excerpts from all the Hamsa poems (excluding the Seven Beauties), including one gazelle. Research shows that the translations given in this work by Joseph Hammer are the first examples of Nizami's literary heritage to be translated into German. As a result of this research, it was determined that the poem by J. Hammer "Shirin", published in 1809 in Leipzig, was written under the influence of the work of Nizami "Khosrov and Shirin".

Nizami's legacy was also given attention in France. The French orientalist Lucien Buvois in his work "The Dispute of Two Languages" [4] mentioned the name of Nizami among the poets of Turkic origin who wrote in Persian. He wrote: "The Turks perceived the Persian language as an elite language. During that period, many poets of Turkic origin wrote in Persian. They took Persian literature as their model. Emir Khosrov Dehlevi, Sadi, Hafiz, Khagani, Jami and Nizami are great poets who wrote in Persian" [4].

The well-known orientalist and Turkic scholar Edgar Bloche has made great contributions to the study and promotion of Nizami's creativity in France. In E. Bloche's catalogs, many junk

(anthologies) were registered, covering the works of such Azerbaijani poets as Nizami, Hasanoglu, Masikhi, Fizuli, Gazi Burkhardt, etc. In the "Catalog of Drawings of Arab, Persian and Turkic Manuscripts" [5] Bloche showed examples of illustrations and miniatures drawn for the works of Nizami.

The French scientist Barbier de Meimard also devoted a research paper to the work of Nizami. This prominent orientalist was the French ambassador to Iran, later worked as a professor of Turkic languages at the "School of Oriental Languages" in France.

Barbier de Meimard's work "Poetry in Iran" [6] was published in Paris in 1878. In this book, the author spoke about prominent representatives of Azerbaijani literature of the 12th century - Khagani Shirvani and Nizami Ganjavi. He wrote: "The XII century is the century of lyric poetry. Anvari, Khagani and Nizami were the main representatives of lyric poetry. Among them, special mention should be made of Khagani and Nizami "[6, 33]. Further, the author connects the emergence in the XII century of a new literary genre - the genre of the historical novel with the name of Nizami and calls him the creator of this genre [6, 34].

Beginning in the 13th century, the heritage of Nizami began to be studied in Europe, the literary personality of this brilliant poet became the center of attention of scientists and researchers. We are sure that after that the life and work of Nizami will be studied both in Russia and in Europe, works, research papers and monographs will be devoted to him.

References

1. Krymskyi A.E. Nizami and his contemporaries. Baku: Elm, 1981, 488 p.
2. Bertels E. Great Azerbaijani poet. Baku: Az FAE USSR, 1940, 146 p.
3. Hammer J.V. Geschichte der schönen Redekünste Persiens. Nabu Press, 2011, 458 pag.
4. Bouvat L. Le Debal des deux langues "Mohakemet ul-loughatein" de Mir Ali Chir Nevayi. Paris, Journal Asialique, 1902, tome 19.
5. Blochet E. Catalogue des manuscrits turcs, tome I, Paris, 1932.
6. Meynard B. La poesie en Perse. Paris, 1877.

УДК 338.14:616-036.21

Григор'єва Н.С., докт. техн. наук, професор

Гуменюк Л.О., канд. техн. наук, доцент

Шабайкович В.А., докт. техн. наук, професор

Луцький національний технічний університет, vik_shabajkin@ukr.net

ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ ПРИ ПАНДЕМІЇ КОРОНАВІРУСА

Якість - це душа продукції, котра народжується при її розробці, залежить від вхідних матеріалів, способів розробки і виготовлення, формується при її повстанні, зберігається при використанні, є одною з головних проблем сучасного виробництва. Від її вирішення залежить економічна ефективність використання нової техніки в різних галузях промисловості, наш добробут. За останній час інженерна практика досягла значних успіхів по підвищенню якості продукції, процесів. Значний удар по якості нанесла пандемія коронавірусу, при якій проблема забезпечення високої якості продукції вирішується не відрівано, а у тісному зв'язку з іншими загальними і частковими функціями підприємства, такими як виробництво, інженерний супровід, маркетинг, кваліфікація персоналу тощо, які побудовані на принципах системної інтеграції. Особливо важливе комп'ютерно-інтегроване виробництво майбутнього, при якому проблема підвищеної якості вирішуватиметься дещо по-іншому, а саме з врахуванням негативного впливу пандемії.

Тепер несподівано виникла гостра проблема, зв'язана з появою пандемії коронавіруса – забезпечення якості продукції, котра випускається виробництвом. При цьому точно невідоме походження коронавірусу, відсутні 100% надійні способи його лікування. Існують тільки різні версії вакцинації (відомо біля сотні різних вакцин). Механізм зараження при

пандемії полягає в тому, що при інфікуванні білковий шип на поверхні вірусу SARS-CoV2 прикріплюється до білка-рецептора на поверхні клітин людини і проникає в них [1]. Вплив пандемії на якість продукції проходить через людський чинник (персонал), матеріально-технічну базу (техніка) та соціальну сферу (обслуговування) тощо.

Метою тез є покращення якості продукції, що виробляється в умовах пандемії коронавіруса, за рахунок розроблених заходів боротьби з окремими її частинами.

Таким чином, тепер при забезпеченні якості продукції в умовах пандемії коронавіруса в основному враховується взаємозв'язок експлуатаційних властивостей з конструкцією та технологією виготовлення виробів, обов'язкових заходів боротьби з нею. При системному підході рамки забезпечення якості значно розширяються за рахунок додаткового врахування взаємозв'язків з іншими системами, а при логістичному – ще додатково аналізу та синтезу взаємозв'язків між діючими потоками пандемії. А це означає, що відкриваються нові можливості управління якістю продукції та можливе її підвищення.

Логістичне управління якістю при пандемії коронавіруса охоплює ряд послідовних етапів, головними з яких є: опрацювання структури об'єкту якості, встановлення основних експлуатаційних властивостей з найменшими витратами на їх забезпечення та реалізація потрібних рішень, яка полягає в управлінні формуванням показників якості, тобто здійснення окремих ланок логістичного процесу та операцій. При цьому повинні постійно використовуватися зворотні зв'язки результатів боротьби з пандемією, а саме використання одержаних результатів на окремих ланках на технічні, економічні та організаційні рішення. Для досягнення оптимальних рішень за вибраними критеріями, а це у більшості випадків витрати, повинна використовуватися комп'ютерна та інтелектуальна їх підтримка. На сьогодні низка програмного забезпечення відома, деякі програми розробляються.

Розглядаючи ситуацію, пов'язану з якістю та пандемією коронавірусу у світі, можна відмітити складну взаємопов'язану систему: процеси пандемії коронавірусу, котрі складається з самої хвороби коронавірусу, технології лікування, матеріально-лікувальної бази, наявних ліків, спеціалістів, результатів науково-дослідної роботи. Всі складові тісно пов'язані між собою, а особливо з функціонуванням МОЗ, фінансуванням тощо. Особливо це стосується як реорганізації МОЗ, так і окремих галузей промисловості.

Велике значення при пандемії має також виробництво, як виробник продукції. Приймались неправильні рішення, які в основному зводились до його закриття. Якщо буде розроблена та впроваджена повітряна дезінфекція приміщень, то всі виробничі приміщення, як і інші, можуть бути продезінфіковані при умові ущільнення зовнішніх поверхонь. Але тут потрібні будуть інноваційні розробки і додаткове оснащення з обладнанням тощо.

Виробництво продукції при коронавірусі в першу чергу має опиратися на його повній підготовленості до функціонування, адаптації до вимог пандемії. Не кожну продукцію можна виготовляти в таких умовах і тому зосереджуються на її структурі, властивостях, особливо взаємодією з навколошнім середовищем. Однозначно, технологія одержання продукції має бути антикоронавірусною, як з точки зору відповідності матеріально-технічної бази, організації виробництва і особливо керівного та робочого персоналу. Всі виробничі приміщення повинні бути ізольованими, а повітря та обладнання провентильоване та обов'язково продезінфіковане, додатково робітники постачені засобами індивідуального та колективного захисту, як це роблять зарубіжні фірми.

На жаль, дієвим способом профілактики і реагування на поширення пандемії коронавірусів залишаються тільки обмежувальні заходи. Чого варте тільки безглазде вирішення транспортної проблеми, особливо в Києві (Заборонити! Не пускати! і т.п.). Великою помилкою було закриття транспорту, сфери обслуговування тощо. Це ж якби перекрити судини в людському організмі, хоча сама природа підказує, що їх треба чистити.

Необхідним є профілактика та обов'язкове всеохоплююче тестування на коронавірус, засоби захисту, алгоритм лікування тощо. Без необхідних сучасних ліків і супутніх матеріалів ніякого покращення не передбачається. Надзвичайно важливим виступають наукові дослідження процесів, що вимагають високої кваліфікації дослідників і організації наукових лабораторій, центрів тощо, які відкриваються в передових країнах з високим рівнем економіки. Але головним вважається якість урядування, управління та кваліфікованість, які є в нас явно недостатніми.

З метою покращення боротьби з пандемією коронавіруса почали застосовуватись локдауни, які практично мало що дають і в яких немає ні краплі логіки, ні грами здорового глузду, що підтверджується отримуваними результатами. Якою хворобою заразилося керівництво, яке накладає ряд нелогічних обмежень типу заборони працювати магазинам з непродовольчими товарами, в тому числі заборона купівлі шкарпеток, батарейок в тих же супермаркетах, поїздок на курорти. Як можна було зібрати в одному місці в Буковелі таку велику кількість людей при пандемії??!

Неочікувана поява пандемії коронавіруса показала повну непідготовленість МОЗ і його підрозділів, поліклінік і лікарень до боротьби з нею, а також виробництва і соціальної сфери. Недостатній медичний персонал, обладнання та оснащення, відсутність методики лікування та багато чого потрібного іншого. Замість боротьби з пандемією продовжилось впровадження невдалої медичної реформи, почалось закриття чи скорочення виробництва, звільнення персоналу чи виплати компенсацій без виходу на роботу, закриття транспортних потоків, надумані необґрутовані заборони і обмеження тощо. Проявилась повна відсутність потрібних науково-дослідних результатів по пандемії. В результаті низької кваліфікації все робилося навпаки, що привело до розширення пандемії коронавіруса.

Для боротьби з пандемією коронавіруса необхідний фаховий обґрунтований план забезпечення як результатами досліджень, так і потрібним медичним персоналом, обладнанням і оснащенням, жорстким контролем його виконання, що зараз відсутнє. Безумовно на першому місці має бути кваліфікація розробників і виконуючого персоналу. При цьому витрати обов'язково повинні бути сумірними з результатами від їх застосування.

Список посилань

1. Анча Баранова. Коронавірус. Інструкція з виживання. / А. Баранова. Вид-во: Наш формат. - 2020. -155 с.

УДК 331.454:614.839:546.49:627.413

Єремєєв І. С., докт. техн. наук, професор

Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського, ugetemeuev1933@gmail.com

Єщенко О.І., канд. техн. наук, доцент

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», doc44ent@gmail.com

ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК ЯК ГОЛОВНЕ ДЖЕРЕЛО РИЗИКІВ У ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СФЕРІ

У значній мірі аварії та катастрофи в усіх сферах діяльності людини є результатом помилок людини, оскільки самим системам притаманні, як правило, стійкість та надійність, а їхні виходи з ладу є результатом неадекватних дій операторів або невдалої розробки та виготовлення технічних засобів (що також є результатом “людського чинника”). Тому головну увагу приділяють захисту систем від неправильних дій людини (шляхом ретельного відбирання персоналу, його тренінгу, автоматизації процесів тощо).

Усі помилки людини-оператора можна поділити на три головних групи:

- **Помилки рішення** – погане виконання процедур, неправильний вибір, невірне тлумачення або неправильне використання відповідної інформації;

- **Помилки майстерності** – випадкова активація чи деактивація керуючих органів, забуті наміри чи дії, пропуск у послідовності операцій, що виконуються, навіть порушення стилю процедури, що виконується;
- **Помилки розпізнавання** – дії в умовах поганої видимості, або виходу з ладу деяких приладів, коли має місце неповна інформація.

Крім помилок у діях оператора мають місце певні порушення, які можна кваліфікувати як **порушення рутинні** (відхилення від правил, яке передбачається як можливе) та **порушення виключні** (окремі відхилення від настанов, не типові для конкретних осіб і не передбачувані менеджментом).

Чинники оточуючого середовища, які впливають на поведінку оператора, умовно можна розділити на дві категорії: **технологічні** (невдале проектування устаткування та органів керування, органів відображення інформації та інтерфейсу, невдала схема перевірок устаткування, неадекватна автоматизація, чинники, зв'язані з виконанням завдань) та **фізичні** (невдале розташування місця оператора, а також такі чинники, як температура, вібрації, освітлення, токсичні речовини, інші перешкоди для нормальної роботи оператора).

Важливе значення має стан оператора, який можна розглядати наступним чином:

- **Неналежний розумовий стан** (відповідні психологічні та/або розумові обставини, які негативно впливають на ефективність оператора, такі як неправильна мотивація, розумова утомленість, погана орієнтація);
- **Неналежний психологічний стан** (відповідні психологічні та/або медичні обставини, які негативно впливають на дії оператора, такі як хвороба, іントоксикація, ряд фармакологічних та медичних порушень, відомих як прояв афекту);
- **Фізичні/розумові обмеження** (постійна фізична/розумова слабкість, що може вплинути на ефективність оператора, така як слабкий зір, фізична слабкість, розумовий розлад і багато інших хронічних хвороб).

До цього треба додати такі чинники, як **керування ресурсами операторів** (постійний зв'язок, координація, тестування, підготовка) та **готовність операторів** (активність поза службою, яка б сприяла оптимальному виконанню роботи, наприклад, алкогольні обмеження, активний відпочинок тощо).

Окремо варто розглянути наступні чинники:

- **Недостатній нагляд** (за персоналом та ресурсами, включаючи тренінги, професійну орієнтацію, оперативне керівництво);
- **Планування невідповідних операцій;**
- **Не виправлення проблем, що стали відомі;**
- **Наглядові порушення** (навмисне порушення існуючих правил, інструкцій, рекомендацій, або стандартних операційних процедур менеджерами під час виконання своїх службових обов'язків).

На відміну від стратегічного планування керування поточними справами вимагає швидкого реагування і саме цей аспект і призводить до помилок, зазначених вище. Коли існує дефіцит часу, помилки, які зроблені, часто вже не можна виправити і це призводить до катастрофи.

Аналіз інцидентів показує що помилки людини-оператора часто є симптомом не доопрацювання систем, причому системам не притаманна безпека, оскільки вони часто вимушенні функціонувати в умовах багатоцільового керування, коли людина повинна працювати для досягнення кількох цілей в умовах дефіциту часу, а людські помилки систематично пов'язані з властивостями органів контролю і керування, завданнями, що виконуються, та операційною обстановкою.

Існуючі на сьогодні моделі допомагають достатньо точно прогнозувати можливий час реалізації таких аварій, як прориви труб, вихід з ладу колекторів міської каналізації, загрози з боку звалищ відходів тощо. Але замість прогнозів і прийняття відповідних заходів для

попередження аварій практикується усунення наслідків аварій (що коштує набагато більше, ніж профілактичні заходи).

З усього зазначеного вище можна зробити такі висновки.

1. Кожна складна система повинна не тільки бути обладнана відповідною автоматизованою системою захисту від аварійних ситуацій, які можуть скластися внаслідок збігу певних небажаних об'єктивних обставин (природні катаklізми, технологічні ситуації тощо), але й мати систему захисту «від дурня», яка б не дозволила операторам виконувати заборонені технологією або просто сумнівні з точки зору здорового глузду дії та блокувала б їх з вимогою шукати альтернативні заходи. А це передбачає встановлення свого роду кризової експертної системи, яка б аналізувала ситуацію та надавала ОПР альтернативні шляхи подолання кризи.

2. Кожний оператор має відбиратися на підставі низки вимог, до яких відносяться здатність швидкого реагування, фізична та моральна (психологічна) витримка, холоднокровність, вміння приймати нестандартні рішення, ясне розуміння головної мети, якої він має досягти, вміння аналізувати наслідки рішень, які він має прийняти.

3. Кожний оператор має постійно тренуватися в умовах, що відповідають можливим критичним ситуаціям, і навчатися як на своїх помилках, так і на помилках інших операторів.

4. На підприємстві повинно постійно реалізувати моніторинг підготовки і реальних дій операторів з наголосом на вивчені скоеніх помилок.

5. Необхідно випускати експрес-аналізи усіх аварій та катастроф з ретельним вивченням хронології подій та відповідних дій операторів з обов'язковим вивченням їх персоналом та широким обговоренням.

6. Для вирішення стратегічних проблем необхідно привчити ОПР незаангажоване розглядати будь-які пропозиції і приймати рішення на підставі експертних оцінок з використанням методу «Делфі», який дозволяє об'єктивно і швидко оцінювати кожну з альтернатив і надавати їм ті, чи інші пріоритети згідно з метою, яку необхідно досягнути, наявними ресурсами, можливими наслідками та з урахуванням динамічного характеру чинників, змінних та параметрів, які впливають на прийняті рішення.

7. Будь-які аналізи можливих сценаріїв розвитку подій у складних системах повинні обов'язково спиратися на врахування можливих ризиків і у будь-якому разі приймати альтернативи, які б гарантували прийнятні ризики.

Отже, тільки неухильне виконання зазначених вище вимог може гарантувати якщо не безаварійну експлуатацію складних систем, то хоча б мінімізацію втрат на подолання проблем, що виникають з-за природних катаklізмів та небажаних збігів обставин з одного боку і впливу людського чинника – з іншого.

УДК 006

Анісімова Л. А. канд.фіз.-мат. наук., доцент
Ковнір А. Р. магістр

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, anastasiyakovnir@gmail.com

НЕОБХІДНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТІВ ЯКОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Проблема безпеки косметичних засобів є актуальною в усьому світі, так як на відміну від лікарських препаратів, які застосовуються строго за показаннями під наглядом лікаря і в більшості випадків короткочасно, косметичні засоби спрямовані на усунення деяких хронічних проблем, наприклад, суха, чутлива шкіра, себорея, випадання волосся, лупа і відповідно використовуються протягом тривалого часу. Тому безпека косметичного засобу є обов'язковим критерієм вибору косметичної продукції.

Найбільш аргументованим доказом безпеки та ефективності косметичних засобів, є надання виробником інформації про результати підтвердження косметичної ефективності, що на сьогоднішній день не є обов'язковою умовою в Україні для більшості косметичних продуктів. А також документального підтвердження реальної присутності в складі заявлених інгредієнтів і відповідність продукції вимогам безпеки (відсутність гострої і хронічної токсичності, шкірно-подразнюючої, сенсибілізуючої та фотосенсибілізуючої дії та ін.).

Інтеграція України до глобального ринкового простору зумовлює необхідність пошуку нових підходів до організації виробництва в Україні конкурентоспроможних товарів, які за рівнем якості не поступаються кращим закордонним аналогам.

До одного з таких підходів належить системний підхід, що передбачає розробку, впровадження підприємствами системи управління якістю на відповідність вимогам міжнародних стандартів серії ISO 9000.

Значний вклад в міжнародну стандартизацію у сфері якості був здійснений багатьма видатними вченими. Зокрема роботи Walter A . Shewhart (Уолтер Шухарт) покладено в основу у створенні циклу поліпшення якості, відомого як цикл PDCA (Plan - Do - Check - Act). Joseph Juran (Йозеф Джуран) є основоположником концепції корпоративного менеджменту якості (CWQM). W. Edwards Deming (Едвардс Демінг) – засновник концепції «Загального менеджменту якості». Kaoru Ishikawa (Kaori Icіkawa) є автором причинно-наслідкової діаграми або діаграми Ісікава. Також, дослідженням системи управління якістю займались й вітчизняні вчені: Л. Віткін, К Корягіна, Ю. Адлер та інші.

Поряд з системою управління якістю, в останні роки набула популярності концепція сталого розвитку. «Сталий розвиток» – це такий розвиток суспільства, який задовольняє потреби нинішніх поколінь і не ставить під загрозу можливості наступних поколінь задовольняти свої потреби». (Звіт Комісії ООН під керівництвом Гро Харлем Брутланд, 1987 р.)

Сталий розвиток – це розвиток регіону, країни та, взагалі, світу в такому напрямку, коли економічне зростання, виробничі технології, виготовлення продукції були б в межах, які визначаються здатністю екосистем відновлюватися, поглинати забруднення і підтримувати життєдіяльність теперішніх та майбутніх поколінь.

Щоб запобігти екологічній кризі, слід дбати про довкілля. Багато країн світу підтримують Концепцію сталого розвитку на законодавчому рівні. В Україні, на жаль, дану Концепцію не впроваджено. Неодноразові спроби затвердити її на законодавчому рівні не увінчалися успіхом.

Позитивним є те, що, незважаючи на відсутність стратегії сталого розвитку, деякі стратегічні та програмні документи спрямовані на впровадження принципів сталого розвитку. Також, розвивається спрямованість на екологізацію економіки. Про це свідчать, наприклад: Стратегія державної екологічної політики України на період до 2020 року, Транспортна стратегія України на період до 2020 року, Державна програма розвитку внутрішнього виробництва, Державна цільова економічна програма розвитку легкового автомобілебудування на період до 2020 року та ін., а також проект Концепції державної політики розвитку «зеленої» економіки до 2020 року та проект Концепції впровадження в Україні більш чистого виробництва.

Згідно результатів ISO Survey в 2016 році в цілому було зареєстровано 1 643 523 дійсних сертифікатів по дев'яти стандартам в порівнянні з 1520368 в 2015 році, що склало приріст в 8%

Спостерігається постійне зростання сертифікатів, виданих за найпоширенішим стандартам ISO 9001 (системи менеджменту якості) та ISO 14001 (системи екологічного менеджменту), на 7% і 8% відповідно (рис.1). У 2016 році їх кількість склала 1 106 356 і 346 189 сертифікатів. Найбільша кількість сертифікатів за вимогами ISO 9001 було видано підприємствам металургійної галузі.

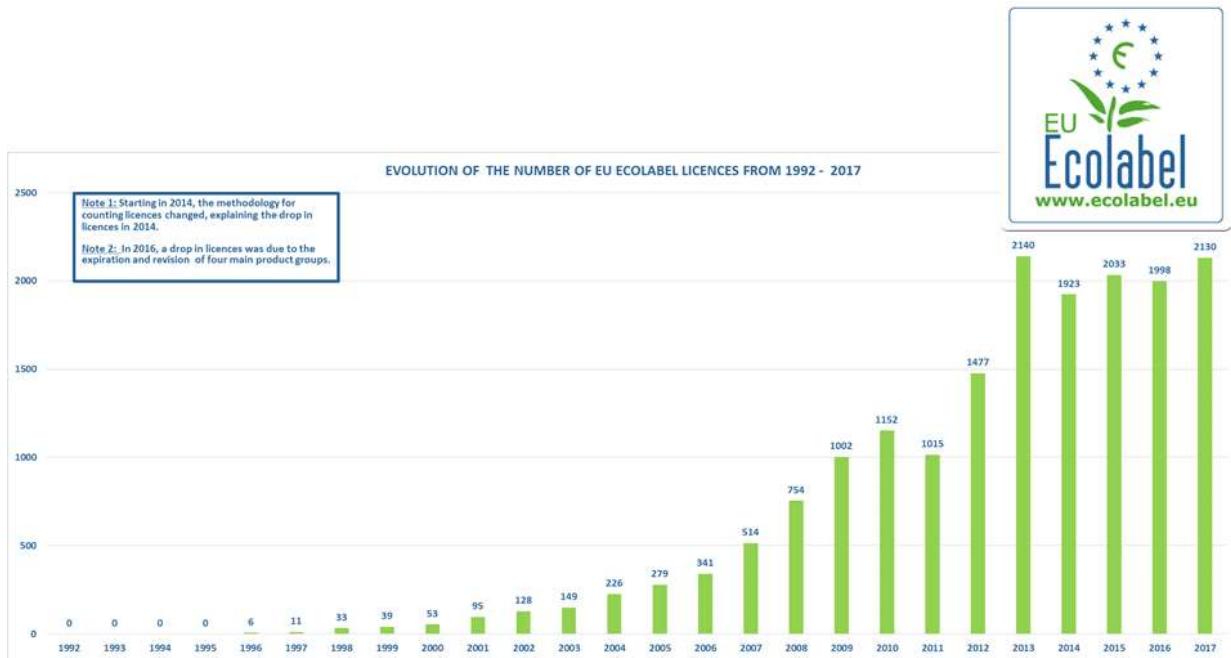


Рис.1 – Кількість виданих екологічних сертифікатів на право застосування знака екологічного маркування ЄС за період 1992- вересень 2017 рр.

На сьогоднішній день, цікавим фактом є те, що споживачі стали більш усвідомленими. За даними Київського національного торгівельно-економічного університету, споживачі розуміються на офіційних знаках відповідності та якості (рис.2).

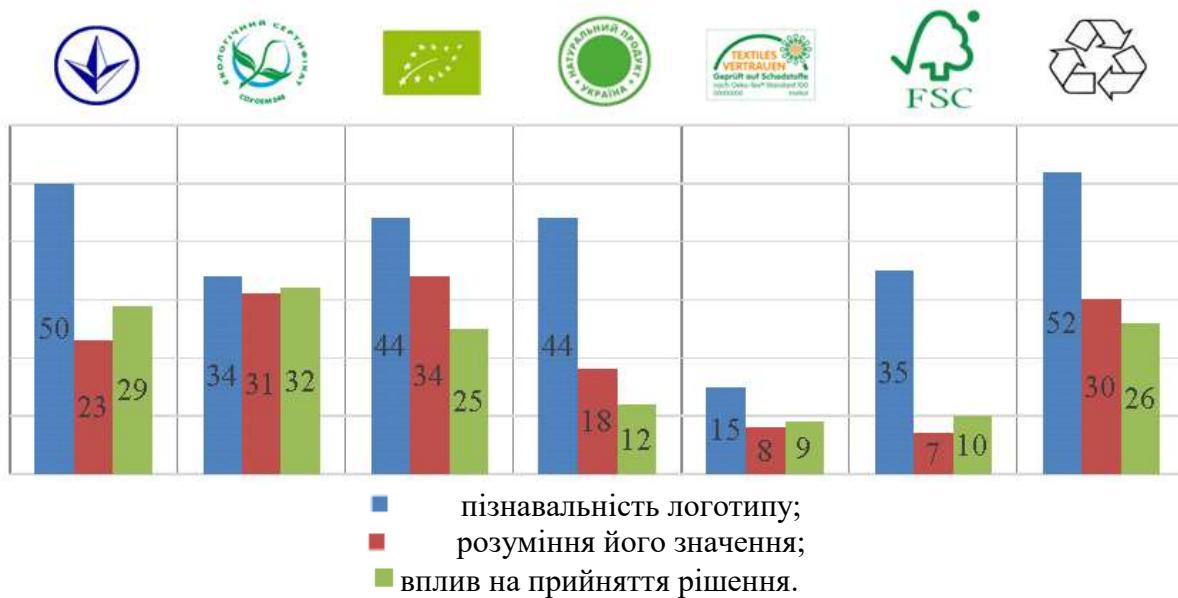


Рис.2 – Результати дослідження розуміння офіційних знаків відповідності та якості

Отже, розуміння споживачів продукції знаків на маркуванні, призводить до того, що виробники все більше акцентують свою увагу та вкладають кошти в управління якістю та підтримку Концепції сталого розвитку.

В Україні створена організація «Жива планета», яка постійно проводить інформаційні заходи для споживачів щодо якості та безпеки продукції, значень тих чи інших видів маркувань продукції різних груп, роз'яснень – як споживати, піклуючись про здоров'я і навколошнє середовище.

Міжнародні стандарти з якості включають основні принципи системи управління якістю:

- 1) орієнтація на потреби споживачів;
- 2) досягнення якості за участю всієї робочої сили;
- 3) реалізація всіх етапів життєвого циклу;
- 4) використання сучасних технологій;
- 5) фокус організаційної структури на якість продукції.

Разом з цим, технічне регулювання у сфері охорони навколошнього природного середовища, екологічної безпеки та раціонального використання природних ресурсів безпосередньо пов'язане з механізмами державного економічного стимулювання впровадження технологій більш чистого виробництва та поліпшення екологічних показників продукції протягом її життєвого циклу.

Список посилань

1. Бондарская Т.А. Совершенствование системы управления качеством на предприятиях. /Т.А.Бондарская, Н.В. Злобина, А.Ю. Сизикин // Научное издание. – 2016 – С.5
2. Пелик Л. В., Пелех Ю. А./ Сучасні проблеми товарознавства та технологій непродовольчих матеріалів та товарів. – наук. ст., Львів, 2019. – 5-9 с.
3. Забезпечення якості косметичних засобів: метод. вказівки з курсу «Управління якістю» / уклад.: Ю. М. Кордіяка, М. М. Сколоздра, Р.І. Байца. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013 – 32 с.
4. Партнер міжнародного Органу по сертифікації ТОВ «ІНТЕРСЕРТ УКРАЇНА» [Електронний ресурс] [сайт]. – Режим доступу: <https://intercert.com.ua/news/news-of-standartization/646-ezhegodniy-obzor-iso-about-certification-in-world-iso-survey-2016>
5. Офіційний інтернет-сайт ВГО «Жива планета». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.zhiva-planeta.org.ua/diyalnist/staluy-rozvutok.html>

УДК 658.562

Ємельянова О.М., канд. наук з держ. управ.

Титок В.В., канд. екон. наук

Київський національний університет будівництва і архітектури, mkelena1@ukr.net

РОЛЬ ВИКОНАВЧОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ У ПІДВИЩЕННІ ЯКОСТІ БУДІВЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Основним документом у будівельній галузі, що відображає відповідність проектних рішень їх фактичному виконанню, а також фактичному стану об'єктів будівництва є виконавча документація (ВД), а саме акти на закриття прихованих робіт, акти проміжного прийняття відповідальних конструкцій, акти випробування устаткування, інженерних систем, мереж та обладнання з додатками, якими є текстові і графічні матеріали [1]. Виконуючи свої договірні зобов'язання підрядник, для здачі збудованого об'єкта або його частини в експлуатацію, зобов'язаний надати замовнику виконавчу документацію в установленому порядку, оформлену згідно з вимогами нормативної документації. Відповідно до Закону України «Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності», відповідальність за будівництво лягає на: проектирувальників, забудовника, замовника, організацію, яка виконує будівельні роботи на об'єкті, а також на відповідні наглядові державні органи [2].

Виконавча документація відображає юридично: відповідальних осіб, технологію і послідовність виконання робіт, контроль якості і факт виконання робіт. Її суть полягає в відображені основних фактичних параметрів в процесі будівництва, таких як: застосувані будівельні матеріали та вироби; в яких умовах (погодні та технологічні) і в який час проводилися будівельні роботи, яким обладнанням і наскільки якісно виконані роботи; процедури проведеного контролю якості виконаних робіт. Виходячи з цього можна

виділити основні функції виконавчої документації. Перша функція - сховище всіх внесених узгоджених змін за проектом, внесених в натуру. Друга функція - підтвердження підрядником факту виконання робіт. Третя функція - підтвердження якості виконаних робіт.

Найбільш важливими будівельними конструкціями, які в першу чергу впливають на подальшу експлуатацію об'єктів і безпеку, є основні несучі конструкції, такі як залізобетонні стіни, балки, перекриття, колони, фундаменти і плити покриття. Вивчаючи ВД на дані залізобетонні конструкції можна виділити основні показники, які відображають якість виконаних будівельних робіт. Їх можна розділити на підгрупи в залежності від складу технічної документації. Виконавча документація на основні залізобетонні конструкції, як правило, складається з: реєстру з переписом всіх вкладених документів комплекту ІД; актів огляду прихованих робіт, актів приймання відповідальних конструкцій; виконавчих схем; додатків до актів, які включають в себе документи, що підтверджують якість матеріалів і виробів, а також документи, що підтверджують якість виконаних робіт - протоколи лабораторних випробувань; загальний і спеціальні виробничі журнали робіт; а також початкова дозвільна документація.

Як показує практика, не дивлячись на те, що виконавча документація розробляється паралельно з процесом ведення будівництва, в ній можуть бути похиби основних її показників (характеристики матеріалів, обсяги), тобто порушується відповідність між змістом актів огляду прихованих робіт та технічними документами, в результаті це позначається на тривалості роботи Замовника з об'єктом. Найчастіше в процесі зведення об'єкта сформовані комплекти ВД можуть нести не повну інформацію про виконані роботи. Тобто не вказуються в повному обсязі ті документи, які необхідні для відображення важливих характеристик конструкцій, що також збільшує ступінь похибки відображення показників.

Причини надання неякісної ВД підрядником різні: відсутність мотивації; неповне розумінням того, що в кінцевому підсумку потрібно при здачі документації замовнику і експлуатуючим організаціям; недосвідченість персоналу по розробці і формуванню ВД; недолік нормативно-технічної літератури; фінансові труднощі.

Для підвищення рівня якості ІД, а, отже, і якості самого будівництва, необхідно виявити доповнення і зміни, необхідні для внесення в акти прихованих робіт на основі аналізу особливостей, основних параметрів актів і додатків до них, що входять до складу виконавчої документації, дослідження і оптимізація основи формування виконавчої документації. Виявлення найбільш значущих параметрів, наведених у виконавчій документації, які впливають на якість і довговічність будівельних конструкцій та їх ступінь адекватності є першочерговим завданням для вирішення даного питання. Також потрібна розробка методичних рекомендацій щодо посилення виконавчої документації, що дозволить виключити похиби та неточності при формуванні в процесі будівництва об'єкта.

Список посилань

1. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>.
2. Про відповідальність за правопорушення у сфері містобудівної діяльності: Закон України від 14 жовтня 1994 р. № 208/94-ВР // ВВР. – 1994. – № 46. – С. 411.

УДК 005.5:001.82]: 629.73- 043.86(477) (043.3)

Калита П.Я., канд. техн. наук, ст. наук. співр.
Українська асоціація досконалості та якості, p.kalyta70@gmail.com

СИСТЕМНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ДЛЯ ЯКОСТІ ТА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Відомо, що стан української економіки незадовільний і потребує суттєвого покращення. Для зміни ситуації на краще Президент України видав Указ «Про цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», який є дороговказом щодо новітнього розвитку країни, зорієнтованого на людину. Крім того, Кабінет Міністрів України схвалив Принципи соціальної відповідальності, прийняті Організацією Об'єднаних Націй. Однією із ключових умов досягнення і Цілей, і Принципів є забезпечення задовільної якості пов'язаних з ними процесів і об'єктів. Однак, реального сталого розвитку країни неможливо досягти без застосування досконалих систем менеджменту, що забезпечують на різних організаційних рівнях управління прийняття та реалізацію сукупності узгоджених управлінських рішень адекватних ситуаціям та їх змінам. Тому метою даної роботи і визначено: провести аналіз стану системного менеджменту в Україні, а також стану підготовки українськими ЗВО фахівців за спеціальністю «менеджмент», від яких у найбільшій мірі залежить створення, застосування та удосконалення систем менеджменту в організаціях (компаніях, установах).

В процесі дослідження були застосовані методи порівняльного аналізу, аналізу даних шляхом їх групування, узагальнення інформації.

Запропоновані концептуальні моделі забезпечення сталого розвитку, як окремих організацій, так і України в цілому. Вказано на ключову роль сучасного системного менеджменту у забезпеченні якості, конкурентоспроможності та сталого розвитку. Проаналізовано стан системного менеджменту в Україні та стан підготовки в українських ЗВО фахівців за спеціальністю «менеджмент»; виділені недоліки та надані пропозиції з їх усунення. Виявлено неадекватний переклад визначення самого поняття «менеджмент» в ДСТУ ISO 9000:2015 та досліджено причини і наслідки цієї принципової помилки.

В Україні від часу отримання незалежності і до сьогодні не приділяється належної уваги розвитку системного менеджменту. Не призначено центральний орган виконавчої влади, відповідальний за розвиток системного менеджменту в країні в цілому. Питання удосконалення системного менеджменту не відображені в жодній державній політиці і стратегії розвитку сфер життедіяльності. Організації публічного сектору, зокрема органи виконавчої влади, і бізнесові компанії використовують переважно застарілі недосконалі системи управління. В країні існує плутанина у розумінні самого поняття «менеджмент», що привело до неадекватного визначення галузей знань та спеціальностей. Стан підготовки менеджерів в українських ЗВО не відповідає потребам розвитку України та її економіки в умовах глобалізованого насиченого ринку. Для усунення відзначених недоліків та покращення ситуації необхідно терміново змінити відношення до цієї надзвичайно важливої складової державотворення.

Список посилань

1. Kalyta, P. (2020). System management for sustainable development: models and problems. Management, 2(32): 93–110. <https://doi.org/10.30857/2415-3206.2020.2.7>

УДК 656.13

Середа Б.П., докт. техн. наук, професор

Муковська Д.Я., аспірант

Середа Д.Б., канд. техн. наук, ст. викладач

Дніпровський державний технічний університет, м. Кам'янське, seredabp@ukr.net

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕЦИКЛІНГУ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

На досліджуваному металургійному підприємстві транспортно-технологічний процес переробки технологічних відходів виконує дільниця переробки мартенівського шлаку, яка підпорядковується цеху шлакопереробки та включає в себе транспортні вантажопотоки, комунікації, технічні засоби, які забезпечують процес переробки технологічних відходів та направлені на виконання плану у відповідності з технологією й потребами виробництва з мінімальними витратами.

Досліджувана система виконує наступні функції: організація та забезпечення прийому, вивантаження та переробки технологічних відходів; забезпечення раціонального використання транспортних засобів у часі та за вантажомісткістю; організація відвантаження, складування продуктів переробки відходів; забезпечення необхідною інформацією про хід виконання транспортно-технологічного процесу всіх учасників системи; забезпечення ходу технологічного процесу, технічної експлуатації та заданих режимів роботи обладнання, графіків ремонту у суворій відповідності з технологічними інструкціями, картами організації праці.

У складі дільниці переробки мартенівських шлаків доцільно виділити дві підсистеми: підсистему управління та виробничо-технологічну (рис. 1).



Рис. 1 – Структура організації-управління дільниці переробки мартенівських шлаків

Підсистема управління є керуючою підсистемою та представлена виробничо-експлуатаційним підрозділом на який покладено функції організації, планування, регулювання, контролю за технологічними процесами переробки мартенівських шлаків. Виробничо-технологічна підсистема є керованою підсистемою до якої слід відноситься парк транспортних засобів, парк навантажувальних механізмів, дробильно-сортувальне устаткування, вантажні фронти, відвали складування технологічних відходів, склади продуктів переробки.

Вищезазначені підсистеми забезпечують виконання виробничо-технологічних процесів для досягнення загальної мети функціонування системи. Керованість системи підтримується за рахунок наявності зворотних зв'язків, що передають інформацію про відповідність мети результатами виконання процесів і функціонування підсистем.

УДК 378.14

Козлов Р.Д., студент

Сапон С.П., канд. техн. наук., доцент

Національний університет «Чернігівська політехніка», smileyrg@ukr.net

СИНТЕЗ СТРАТЕГІЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ НОВОГО ПОКОЛІННЯ

Сучасні підприємства машинобудівного профілю потребують висококваліфікованих фахівців, котрі будуть глибоко усвідомлювати своє місце у сучасних процесах, володіти теоретичними знаннями, практичними навичками, професійним досвідом, готових до діяльності у складних умовах конкуренції, здатних до самоконтролю та швидкого самонавчання.

Основною проблемою підготовки сучасних інженерів машинобудівного профілю є не стільки застаріла матеріально-технічна база, скільки типовість та негнучкість програм підготовки, нерелевантні сучасним умовам методи навчання, низька мотивація студентів до навчання, недостатня частка викладачів, що мають реальний виробничий досвід у сучасних умовах. Об'єктивно потрібно визнати, що забезпечити необхідний і достатній рівень матеріальної бази закладів вищої освіти України найближчим часом практично нереально. Спроби впровадити деякі удосконалення та зміни в навчальному процесі, формах підготовки студентів – в реальності мають низький ефект.

Окрім цього серйозною перешкодою для інтенсивного розвитку сучасної інженерно-машинобудівної освіти є те, що компетентність, навички і вміння, сформовані професорсько-викладацьким складом протягом їх тривалої професійної діяльності, вже не відповідають вимогам сучасних тенденцій розвитку суспільства і освітніх процесів.

Сьогодні для підготовки сучасних інженерів не доречно використовувати ті методи побудови навчально-виховного процесу та моделі взаємовідносин викладача і студентів, які були прийнятні багато років тому, якими досвідчені викладачі навчилися вправно користуватись завдяки своєму досвіду та багаторічному повторенню.

Набуття викладачами інженерних напрямів підготовки нових компетенцій і навичок є необхідністю сьогодення. Значну увагу потрібно приділити формуванню у студентів і викладачів, поряд з професійними навичками і компетенціями, так званих Soft skills та Meta skills. Також надзважливі вміння швидко навчатися та вміти будувати партнерські, а не командно-адміністративні взаємовідносини у співробітництві.

Саме вміння швидко навчатися і перебудовуватися, а також налагоджувати партнерські відносини з колегами та роботодавцями є компонентами успіху випускників інженерних спеціальностей. Зворотній зв'язок, відгуки роботодавців та регулярна демонстрація фактів реальних успіхів випускників є запорукою формування нових, сприятливих тенденцій в інженерній освіті України.

Для реалізації змін взаємовідносин «студент-викладач», запропоновано декілька стратегій підготовки інженерів та інструментів для їх реалізації. Комплексна зміна підходів, застосування актуальних базових принципів та інструментів, орієнтація на потреби та особистісні якості студента, підвищення компетентності у спілкуванні та побудові дійсно партнерських відносин є основою запропонованих стратегій. Тоді студентам будуть зрозумілі всі ті «новинки», які науково-педагогічні працівники будуть впроваджувати у навчально-виховний процес. Ролі роботодавців, як основних споживачів інженерних кадрів, також приділено значну увагу. Оскільки саме з боку роботодавців повинно бути виключне розуміння, що ніяке міністерство не встигне за сучасними змінами у всіх без виключення галузях народного господарства.

Застосування запропонованої стратегії підготовки інженерів нового покоління продемонстровано на прикладі підготовки бакалаврів спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньо-професійної програми «Технології машинобудування».

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

XI Міжнародна науково-практична конференція «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем»

26 – 27 травня 2021 року, м. Чернігів

Том 2

Відповідальний за видання
Редактор

А. М. Єрошенко
С. П. Сапон

Прийнято 24.05.2021. Здано до друку 24.05.2021 р.
Формат 60×84/16. Гарнітура Times New Roman.
Ум.-друк. арк. 13,5. Тираж 100 пр. Зам. № 19/21

Редакційно-видавничий відділ Національного університету «Чернігівська політехніка»
14035, Україна, м. Чернігів, вул. Шевченка, 95.
Свідоцтво про внесення суб’єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 7128 від 18.08.2020 р.