



Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168

№3 (98)



2017

Техніка

енергетика

транспорт АПК



**ТЕХНІКА,  
ЕНЕРГЕТИКА,  
ТРАНСПОРТ АПК**

Журнал науково– виробничого та навчального спрямування  
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою “Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту”.  
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.  
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
КВ № 16644– 5116 ПР від 30.04.2010 р..

*Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2017. – 3 (98) – 169 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол 12 від 16.06.2017 р.)*

*Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.*

*Журнал є друкованим засобом масової інформації, який внесено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Додаток 12 до наказу Міністерства освіти і науки України 16.05.2016 № 515).*

**Головний редактор**

**Калетнік Г.М.** – д.е.н., проф., академік НААНУ, Вінницький національний аграрний університет

**Заступник головного редактора**

**Матвійчук В.А.** – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

**Члени редакційної колегії**

**Анісімов В.Ф.** – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

**Іскович – Лотоцький Р.Д.** – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

**Сивак І.О.** – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

**Огородніков В.А.** – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

**Бурдо О.Г.** – д.т.н., проф., академік АНТКУ, Одеська національна академія харчових технологій

**Гулько І.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

**Бандура В.М.** – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

**Булгаков В.М.** – д.т.н., проф., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

**Солона О.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

**Іванов М.І.** – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

**Кондратюк Д.Г.** – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

**Любін М.В.** – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

**Пришляк В.М.** – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

**Середа Л.П.** – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

**Веселовська Н.Р.** – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

**Гевко Р.Б.** – д.т.н., проф., Тернопільський національний економічний університет

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

**Володимир Крочко** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Януш Новак** – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

**Маріан Веселовські** – д.т.н., проф., Люблінський природничий університет (м. Люблін, Польща)

**Зденко Ткач** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Семенс Івановс** – д.т.н., проф., Латвійський аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

**Людвікас Шпокас** – д.т.н., проф., Університет Олександра Стулгинського (Литва)

**Марош Коренко** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Ян Франчак** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Володимир Юрча** – д.т.н., проф., Чеський університет сільського господарства (м. Прага, Чехія)

**Гражина Езевська–Вітковська** – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)



## ЗМІСТ

## МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*Гладушняк А.К., Всеволодов А.Н.***ВЫВОД ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЫВНОЙ СКОРОСТИ ПОТОКА ВОДЫ В МОЕЧНЫХ МАШИНАХ ДЛЯ КОРНЕПЛОДОВ.....5***Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Паляничка Н.О., Левченко Л.В.***ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОДАЧІ МОЛОКА В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ.....12***Джеджула О.М., Островський А.Й.***ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ДОЇЛЬНИХ СТАКАНІВ ЗІ СТИМУЛЯЦІЄЮ РЕФЛЕКСУ МОЛОКОВІДДАЧІ.....18***Кондратюк Д.Г., Холодюк О.В., Григорішен В.М.***ВИБІР ШИРИНИ ЗАГІНКИ ОРНОГО АГРЕГАТА.....22***Науменко М.М., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Яременко С.С.***СТВОРЕННЯ МАШИНИ З ПІДВИЩЕНОЮ РІВНОМІРНІСТЮ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....28***Пришляк В.М., Журенко Ю.І., Ковальчук О.В.***НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА РСМ-142 “ACROS” В УМОВАХ НДГ «АГРОНОМІЧНЕ» ВНАУ.....34***Ролдугін М.І., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Сидоренко Р.М.***СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ.....40**

## ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Іванов М.І., Руткевич В.С., Закревський В.П.***АПРОКСИМАЦІЯ ВИТРАТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗОЛОТНИКОВОГО РОЗПОДІЛЬНИКА LS-РЕГУЛЯТОРІВ.....44***Ільченко В.Ю., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Бондаренко А.С.***ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРШОЧЕРГОВОСТІ ПОСТАНОВКИ ТРАКТОРІВ НА ЗБЕРІГАННЯ.....49***Яцковський В.І., Яцковська Р.О.***ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА.....56**

## ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Бандура В.М., Маренченко О.І., Пилипенко Є.О.***СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ В ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПОЛІ.....63***Берник І.М.***ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ.....69***Пасічний В.М., Божко Н.В., Тищенко В.І., Валюх Н.М.***СТАБІЛІЗАЦІЯ ЛІПІДІВ ФАРШІВ З ВИСОКИМ ВМІСТОМ ЖИРУ.....74***Бурдо О.Г., Бурдо А.К., Давар Ростами Пур***ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОНЦЕНТРУВАННЯ СОКІВ.....78***Дзись В.Г., Дячинська О.М.***ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ СТРІЛІНГА В СУШИЛЬНИХ УСТАНОВКАХ.....83***Коляновська Л.М., Семко Т.В., Соломон А.М.***МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ДИФУЗІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ «ТВЕРДА ОЛІЄВМІСНА СТРУКТУРА – РОЗЧИННИК».....88***Котов Б.І., Труханська О.О., Курганський О.Д.***ДИНАМІКА ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА В АЕРОГРАВІТАЦІЙНОМУ ШАРІ.....94***Копылов С.В., Мамедов А.Н., Яхно О.М.***ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ НАЧАЛЬНЫЙ УЧАСТОК В ПОЛЕ ДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ СИЛ.....99**



*Терзієв С.Г., Левтринська Ю.О., Зиков О.В.*

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТОЧНИХ МІКРОХВИЛЬОВИХ ЕКСТРАКТОРІВ КАВИ.....106**

*Palamarchuk Igor, Zozuliak Oksana, Zozuliak Igor, Novgorodska Nadia*

**MODELING OF VIBROCENTRIFUGAL ELEKTRIC OSMOTICAL DEHYDRATING OF WITH HIGH HUMIDITY FOOD SEEDS GOURDS.....112**

*Фіалковська Л.В.*

**КАВІТАЦІЙНИЙ СПОСІБ УТВОРЕННЯ „ТОНКОЇ” ЕМУЛЬСІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МАРГАРИНУ.....119**

### МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА

*Веселовська Н.Р., Яремчук О.А.*

**АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ ТА КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ НАСОСНИХ ГІДРОПРИВОДНИХ АГРЕГАТІВ.....123**

*Шевчук О.Ф.*

**СПЕКТРАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛІВОК ДИМЕТИЛАНІЛІНЕТІЛЕНКЕТОНОВОГО БАРВНИКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФОТОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ.....129**

*Ярошенко Л.В., Дзись В.Г., Чубик Р.В., Зрайло Н.М.*

**КЕРОВАНИЙ ВІБРОПРИВОД НАПРЯМЛЕНОЇ ДІЇ ЗІ СПАРЕНИМИ ДЕБАЛАНСАМИ.....134**

### ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

*Гуцько І.В., Гуцаленко О.В., Кравець С.М.*

**РОЗРОБКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА З СИСТЕМОЮ АВТОМАТИЗОВАНОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....140**

*Гуцько І.В., Рябошапка В.Б., Коваль Л.Г.*

**ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗРОЗБІРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ, ПРАЦЮЮЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА.....145**

### ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

*Барановський В.М., Потапенко М.В.*

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТРАНСПОРТЕРА ТРАНСПОРТНО-ОЧИСНОЇ СИСТЕМИ.....151**

### ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО

*Квасневський О.А., Сидорук Т.М., Яроцький В.В.*

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ.....157**

*Огороднічук І.О., Білоус Є.О.*

**ЕКСТРАГУВАННЯ РОСЛИННОГО МАТЕРІАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ КАВІТАЦІЇ.....162**

*Шахов М.І.*

**БІОГАЗОВА УСТАНОВКА ДЛЯ КОРІВНИКА НА 100 ГОЛІВ ВРХ.....165**

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗРОЗБІРНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ, ПРАЦЮЮЧОГО З ВИКОРИСТАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА

*Гулько Ірина Василівна к.т.н., доцент*  
*Рябошапка Вадим Борисович к.т.н., асистент*  
*Коваль Лідія Григорівна аспірант*  
*Вінницький національний аграрний університет*  
**Hunko I.**  
**Ryaboshapka V.**  
**Koval L.**  
*Vinnitsia National Agrarian University*

**Анотація:** проведено аналіз способів безрозбірної діагностики машин та механізмів, зокрема сільськогосподарських, а саме – машинно-тракторних агрегатів з урахуванням особливостей їх роботи, а надто при використанні альтернативного палива.

**Ключові слова:** безрозбірна діагностика, альтернативне паливо, датчики, машинно-тракторний агрегат.

### **Мета статті**

Ставимо мету даної наукової праці проаналізувати способи та методи безрозбірної діагностики, встановити перспективи їхнього розвитку та можливості застосування їх для діагностування машинно-тракторних агрегатів, зокрема при використанні альтернативного палива.

### **Виклад основного матеріалу**

Сутність безрозбірної діагностики несправностей полягає в тому, що досліджуються ознаки і вимірюються будь-які параметри чи група параметрів працюючої машини. Отримані дані зіставляються з нормативами допустимих відхилень, встановлених на справних і відрегульованих машинах. В результаті аналізу робиться загальний висновок про технічний стан машини і приймається рішення щодо її ремонту [1].

В розрізі машинно-тракторного агрегату безрозбірна діагностика повинна мати чітку напрацьовану методика в експлуатаційних умовах. Методика повинна враховувати цілі та завдання діагностики.

Метою діагностики може бути перевірка комплексу машин, що беруть участь у технологічному процесі на якість виконання технологічної операції. В цьому випадку слід перевірити кількісно-якісні показники виконання технологічної операції. Наприклад при використанні орного машинно-тракторного агрегату перевіряємо якісні показники оранки (глибина обробітку, брилистість, рівномірність оранки тощо) та кількісний показник – продуктивність агрегату, при якій ці якісні показники досягаються. При невідповідності одного або декількох показників нормам, можна зробити висновок про несправність або ж не правильну комплектацію машинно-тракторного агрегату (МТА) чи не придатність даного агрегату до заданих умов експлуатації.

З іншої сторони, метою діагностики може бути планова контрольно-випробувальна перевірка МТА, наприклад при підготовці до сезонних робіт. При цьому треба перевіряти не тільки кількісно-якісні показники але енергетичні та економічні показники МТА, що дає більш повне уявлення про технічний стан сільськогосподарської та тягової машини як окремо кожної, так і в сукупності.

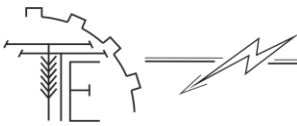
Особливо актуальною стала проблема діагностики МТА при використанні альтернативного палива, так як заміна наприклад, дизельного палива біодизельним, призводить до зниження енергетичних показників машинно-тракторного агрегату [2, 3].

Після встановлення мети безрозбірної діагностики МТА, потрібно поставити завдання залежно від виробничих умов.

Таким чином, основне завдання безрозбірної діагностики МТА є вимірювання, перевірка та контроль параметрів його роботи без порушення роз'ємних з'єднань машини.

Оскільки безрозбірна діагностика МТА передбачає комплекс вимірювань параметрів, обробка отриманих сигналів при цьому є складним теоретичним завданням, що направлене на виявлення взаємозв'язку багатьох факторів, їх аналізу та постановки діагнозу.

В такому випадку для спрощення завдання діагностики, слід розділити агрегат на окремі



складові, взаємодія між якими характеризується певними параметрами. Наприклад, при роботі орного МТА з однієї сторони до плуга прикладається тягове зусилля трактора, з іншої сторони тяговий опір плуга протидіє пересуванню трактора [4]. То ж в даному випадку діагностичним параметром буде горизонтальна складова тягового зусилля трактора  $P_{зак}$ .

Проте, параметр  $P_{зак}$  немає чітких нормативних значень і взаємопов'язаний з параметром  $v$  – робочою швидкістю агрегату. Робоча швидкість агрегату  $v$  диктується, головним чином, агротехнічними вимогами [5]. А тому важливою буде зміна робочої швидкості в залежності від тягового зусилля. Маючи швидкість  $v$  та зусилля  $P_{зак}$ , отримуємо потужність трактора на гаку  $N_{зак}$ , що характеризує його ефективність. Тому, для оцінки ефективності МТА слід отримати як мінімум два параметри. При чому ці параметри мають бути отримані одним із методів безрозбірної діагностики.

Після аналізу ефективності МТА робимо висновок про роботоздатність трактора та сільськогосподарської машини, відокремлюючи справну машину від несправної у системі машин.

Далі починаємо діагностувати несправну машину. У такому взаємозв'язку комплексу машин, досить складно застосовувати методи безрозбірної діагностики. А тому, як вихід з даної ситуації бачимо напрацювання експериментальної бази даних типових сигналів отриманих з вмонтованих датчиків при різних станах та режимах роботи вузлів та агрегатів машини, а потім отримання цих же параметрів з датчиків, що прикладаються ззовні. Таким чином основним завданням діагностики в нашому випадку, бачимо визначення кореляційного зв'язку між сигналами отриманими шляхом розбірної та безрозбірної діагностики.

Неруйнівний контроль та безрозбірна діагностика є найбільш перспективним напрямком перевірки технічного стану машин або ж системи машин. Щодо названих напрямків, активно створюються алгоритми, які основані на опрацюванні вимірювальної інформації від датчиків, встановлених на важливі вузли складних промислових агрегатів, і представленні цієї інформації у вигляді тривимірних зображень [6, 7]. Шляхом перетворення тривимірних зображень та їх обробкою можна проводити діагностику в режимі реального часу [8].

Досить перспективним є спосіб ультразвукової діагностики технічних систем. Розглянемо її механізм. Звук розповсюджується в пружних середовищах і є механічною поздовжньою хвилею, в якій коливання частинок і напрям поширення енергії знаходяться в одній і тій же площині. Частота коливання ультразвукових хвиль становить понад 20000 в секунду (20 КГц), що не сприймається вухом людини. А тому, використання ультразвукових датчиків дає можливість виявити коливання зношеної або дефектної деталі ще до появи відчутних звуків.

При застосуванні ультразвукової діагностики можна використовувати пасивні датчики (приймачі) або ж активні, що генерують ультразвукові хвилі, які відбиваються від об'єктів та повертаються до датчика. Перші застосовують в техніці, другі отримали розповсюдження в медицині.

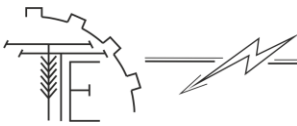
Прилади можуть бути або ширококутовими, або резонансними – залежно від того, для яких умов застосування вони призначені. На середніх і низьких частотах приймачами ультразвуку виступають найчастіше перетворювачі п'єзоелектричного типу електроакустичні. Вони можуть відтворювати форму отриманого акустичного сигналу, представлену як тимчасова залежність звукового тиску. Звуковий тиск та інтенсивність можна оцінювати також оптичними методами, такими як дифракція світла на ультразвук [9].

Ще в 1928 р. вчений Соколов С. Я. започаткував метод ультразвукової дефектоскопії металічних виробів, запропонувавши використовувати ультразвук для виявлення тріщин, раковин та інших дефектів у твердих тілах. Запропонований ним метод дозволяє здійснювати пошук дефектів в матеріалі виробу шляхом випромінювання та прийняття ультразвукових коливань, відбитих від внутрішніх неоднорідних утворень (дефектів), та подальшого аналізу їх амплітуди, часу приходу, форми та інших характеристик за допомогою спеціального обладнання – ультразвукового дефектоскопа [10]. Такий метод є одним з найпоширеніших, що застосовуються для неруйнівного контролю.

Метод акустичної емісії застосовують для контролю структурного стану матеріалу посудин високого тиску, тонкостінних оболонок і т. ін.

Фізична суть методу полягає у визначенні хвиль пружної деформації, які виникають у метали в результаті визволення енергії при пластичній його деформації або руйнуванні локальних об'єктів.

Хвилі пружної деформації, які є результатом деформації або розвитку джерела руйнування матеріалу, виявляються як явище зміщення на поверхні контрольованого об'єкта.



Стосовно умов технічного обслуговування і ремонту мобільних машин, застосування методу акустичної емісії дозволяє одержувати інтегральну оцінку технічного стану навантажених елементів і вузлів у зв'язку з появою і розвитком пошкоджень конструкцій від утомленості.

Виявлення хвиль акустичної емісії здійснюють безпосередньо приєднанням п'єзоелектричних перетворювачів до поверхні виробу з подальшою фіксацією електричних імпульсів, викликаних появою деформацій конструкції.

Метод акустичної емісії дозволяє не тільки виявити, але й простежити кінетику розвитку виявлених мікротріщин.

Прикладом використання даного метода є акустичний місцешукач дефектів, що розвиваються, «Амур-Д4» [11]. Прилад дозволяє виявляти і визначати координати тріщин, які розвиваються в конструкціях, з видачею інформації на цифро-друкарський пристрій.

Для освоєння методів та способів безрозбірної діагностики викликає інтерес діагностичний стенд «Дельфін – 1М» [12].

Восьмиканальний блок електроніки «Дельфін – 1М» дозволяє реєструвати одразу вісім сигналів різного характеру: електричні, електромагнітні, механічні та сигнали тиску. Датчики та інші периферійні пристрої, що входять до стандартної комплектації комплексу налічують 24 позиції.

Розглянемо коротко основні принципи вимірювання стендом «Дельфін – 1М».

Віброакустичні датчики, що входять в комплект стенду налічують по два датчики: ультразвукові – АВС-134-01, віброприскорення високої частоти – АВС-117-04 та віброприскорення низької частоти – АНС-114-02.

Інформацію датчики видобувають у віброакустичному середовищі за допомогою п'єзоелектричних перетворювачів. З фізичної точки зору п'єзодатчик в даному випадку є керамічним конденсатором, на обкладках якого виробляється електричний заряд. Гранично допустимі режими експлуатації обмежуються механічною міцністю і зазначаються в паспорті заводу-виробника датчика. Допустимість застосування в конкретних умовах можна оцінити наступним чином: незалежно від спектрального складу діючих вібрацій, максимальне значення амплітуди напруги виробляється ненавантаженим датчиком не повинно перевищувати 3 вольт – амплітудний діапазон вимірювань датчика.

Дешифрування вимірювальних даних проводиться автоматично за формулою:

$$A_i = \frac{2 \cdot U_i}{K_o \cdot K_y}$$

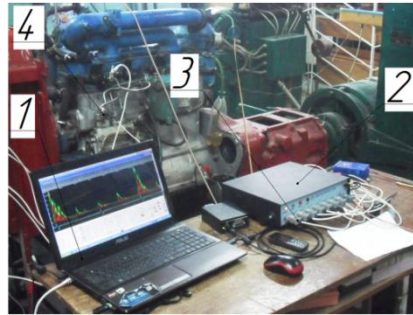
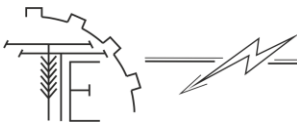
де  $A_i$  – вимірне значення віброприскорення ( $m/c^2$ );  $U_i$  – приріст напруги за шкалою монітора (вольт);  $K_o$  – обчислена з урахуванням всіх поправок чутливість датчика ( $mB \cdot c^2 / m$ );  $K_y$  – коефіцієнт підсилення каналу.

Деформаційні хвилі найкраще спостерігати за допомогою ультразвукових датчиків. З метою зниження вимог до швидкості передачі даних, в якості інформативної компоненти ультразвукових імпульсів приймають їх моделюючи по амплітуді компоненту (обвідна). Амплітуди і частоти модулюючого сигналу відображають вібраційний процес. Демодуляція здійснюється методом амплітудного двухнапівперіодного детектування та низькочастотної фільтрації.

На рис. 1 представлений «Дельфін-1М» в роботі. Дослідження проводились в лабораторії двигунів внутрішнього згорання кафедри двигунів внутрішнього та альтернативних паливних ресурсів Вінницького національного аграрного університету. Об'єктом лабораторних досліджень виступив тракторний двигун Д-240 як складова машинно-тракторного агрегату. Даний двигун відремонтований, а його технічні характеристики за результатами випробувань відповідають паспортним даним або ж знаходяться в допустимих межах. Таким чином складова МТА – двигун Д-240 можна вважати еталонним, а його характеристики є базовими для порівняння при подальших дослідженнях однотипних двигунів в експлуатаційних умовах.

Попередні результати досліджень представлено на рис. 2. На рисунку представлено діалогове вікно «Дельфін-1М», яке розділяється на три зони: верхня – весь діапазон вимірювань (8 секунд), середня – виділена ділянка для аналізу сигналів, нижня – умови вимірювань та кнопки функціоналу для аналізу (поділена на розділи).

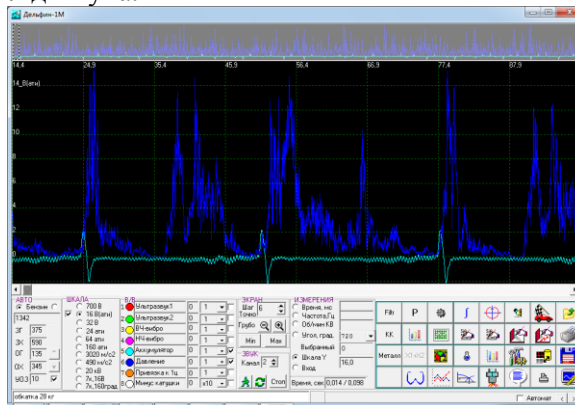
В цьому досліді було підключено два датчики: положення колінчастого вала (сигнал блакитного кольору) та прив'язка дизель (прищепка-датчик, приєднана на паливопровід високого тиску першого циліндра двигуна Д-240 (див. рис. 1)), що відображена на графіку сигналом синього кольору.



**Рис. 1. Діагностичний віброакустичний стенд «Дельфін – 1М» підключений до дизеля Д-240: 1 – персональний комп'ютер; 2 – блок електроніки; 3 – роз'єми та кабелі периферійних пристроїв, 4 – прив'язка дизель (датчик деформації паливопроводу високого тиску)**

У нижній зоні діалогового вікна, в розділі В/В, було вибрано 5 та 6 канали. Назви каналів присвоюються програмою автоматично, хоча і можна перейменувати, а тому не відповідають сигналам в даному випадку.

Діапазон для аналізу обрано з 24,9 по 77,4 с, що включає в себе два періодичних стрибки блакитної кривої. Стрибки характеризують положення колінчастого вала двигуна, що відповідають верхній мертвій точці поршня першого циліндра. Таким чином обраний для аналізу діапазон відображає повний робочий цикл двигуна.



**Рис. 2. Попередні результати досліджень двигуна Д-240 із застосуванням зовнішніх датчиків безрозбірної діагностики стендом «Дельфін-1М»: 1 – персональний комп'ютер; 2 – блок електроніки; 3 – роз'єми та кабелі периферійних пристроїв, 4 – прив'язка дизель (датчик деформації паливопроводу високого тиску)**

Другий сигнал, що отриманий з датчика прив'язки дизеля, характеризує деформацію паливопроводу, що виникає внаслідок зміни тиску в системі живлення та опосередковано описує процес паливоподачі.

В даному випадку спостерігається чотири скачки синьої кривої на один цикл двигуна.

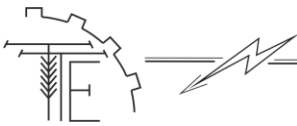
З однієї сторони це можна пояснити збуренням у паливопроводі високого тиску внаслідок закриття голки форсунки та утворення прямих та відбитих хвиль. З іншої сторони скачки синьої кривою рівномірно розподілені на протязі всього циклу, а отже, можуть пояснюватися процесом паливоподачі в паливопроводах інших циліндрів, так як останні торкаються один одного.

Як бачимо, в даному випадку імовірність помилки при постановці діагнозу складає 50%. А тому, при перевірці правильної версії потрібно повторити вимірювання, при якому додати третій сигнал – з датчика тиску, що вривається в паливопровід високого тиску.

### **Висновки**

1. Найбільш перспективними методами безрозбірної діагностування є використання віброакустичних сигналів, датчиків-приймачів ультразвукових хвиль, заснованих на п'єзоелектричному ефекті, а також чутливих елементів, вмонтованих у затискачі та прищепки, що надаються на паливопроводах високого тиску або ж на електропроводах високої напруги;





2. Для створення надійного методу безрозбірної діагностики потрібні експериментально-теоретичні дослідження з метою отримання базових характеристик процесу робочої машини за допомогою сигналів із вмонтованих датчиків, знаходження кореляційного зв'язку між сигналами отриманими з вмонтованих датчиків та сигналами з датчиків, що прикладаються ззовні. А це є важливим науково-технічним завданням.

3. У випадку діагностування МТА, працюючого з використанням альтернативного палива, базовими характеристиками слід вважати ті, що отримані при роботі досліджуваного агрегату на стандартному дизельному паливі.

#### Список літератури

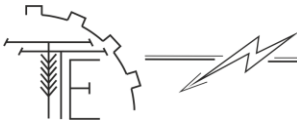
1. [http://studopedia.ru/15\\_85680\\_bezrazbornaya-defektatsiya-i-tehnicheskaya-diagnostika.html](http://studopedia.ru/15_85680_bezrazbornaya-defektatsiya-i-tehnicheskaya-diagnostika.html)
2. Шуляк М. Л. Підвищення ефективності машинно-тракторних агрегатів з використанням біодизельних палив. Дис. канд. техн. наук: 05.05.11. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенко, 2012. – 165 с.
3. Viktor Anisimov, Vadym Ryaboshapka, Semjons Ivanovs Calculation of the performance indicators of machine and tractor aggregates using biofuel // *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*; 61(3), Poznan: Przemysowy Instytut Maszyn Rolniczych (PIMR), Branzowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej, 2016. (Journal Article, ind Agris, Cabi). PP. 16 - 20.
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 446 с.
5. Иофинов С. А., Хабатов Р. Ш. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации МТП. – М.: Колос, 1981. – 240 с.
6. Дремин И.М., Иванов О.В., Нечитайло В.А. Вейвлеты и их использование // УФН. – 2001. – Т.171. – №5. – С. 465 – 501.
7. Неразрушающий контроль: вибродиагностика. Справочник в 7 томах // Ф.А. Балицкий, А.В. Барков, Н.А. Баркова, Р.В. Васильева и др.; под редакцией В.В. Ключева. – М.: Машиностроение. – Т. 7. – 2005. – 829 с.
8. Мигуценко Р.П. Коваріаційний аналіз при обробці тривимірних зображень / Мигуценко Р.П., Волобуєв М.М., Реброва О.М. // Збірник наукових праць "Вісник НТУ "ХПИ"": Математичне моделювання в техніці та технологіях. №18 (1127). Харків. – 2015. – С. 92-98.
9. <http://faqkr.ru/osvita/160911-shho-take-ultrazvuk-zastosuvannja-ultrazvuku-v.html>
10. <http://ua.tuev-dieks.com/services/technical-diagnosis/methods-of-survey/ultrazvukovaya-defektoskopiya/>
11. <http://inprofteh.com.ua/work/436229/Ultrazvukovij-metod-nerujn-vnogo>
12. Стенд виброакустической диагностики «Дельфин – 1М» Руководство по эксплуатации. Конструкция. Программное обеспечение. Пользование. – Луганск 2009. – 65 с.

#### References

1. [http://studopedia.ru/15\\_85680\\_bezrazbornaya-defektatsiya-i-tehnicheskaya-diagnostika.html](http://studopedia.ru/15_85680_bezrazbornaya-defektatsiya-i-tehnicheskaya-diagnostika.html)
2. Shulyak M. L. Pidvyshchennya effektivnosti mashynno-traktornykh ahrehativ z Vykorystannya biodizelnikh paliv. Dys. kand. tekhn. nauk: 05.05.11. - Kharkiv: KHNTUS-H im. Petra Vasylenka, 2012. - 165 s.
3. Viktor Anisimov, Vadym Ryaboshapka, Semjons Ivanovs Calculation of the performance indicators of machine and tractor aggregates using biofuel // *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*; 61(3), Poznan: Przemysowy Instytut Maszyn Rolniczych (PIMR), Branzowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej, 2016. (Journal Article, ind Agris, Cabi). PP. 16 - 20.
4. Silskohospodarski mashyny. Osnovy Teoriyi ta rozrakhunku: Pidruchnyk / D. H. Voytyuk, V. M. Baranovskyy, V. M. Bulhakov ta in .; za red. D. H. Voytyuka. - K .: Vyshcha osvita, 2005. - 446 s.
5. Iofinov S. A., Khabatov R. SH. Kursovoye i diplomnoy proyektirovaniye po ekspluatatsii MTP. - M .: Kolos, 1981. - 240 s.
6. Dremina I.M., Ivanov A.V., Nechitaylo V.A. Veyvlety i ikh ispol'zovaniye // UFN. - 2001. - T.171. - №5. - S. 465 - 501.
7. Nerazrushayushchiy kontrol': Vibrodiagnostika. Spravochnik v 7 tomakh // F.A. Balitskiy, A.V. Barkov, N.A. Barkova, R.V. Vasil'yeva i dr .; pod redaktsiyey V.V. Klyuyeva. - M .: Mashinostroyeniye. - T. 7. - 2005. - 829 s.
8. Mihushchenko R.P. Kovariatsiyiniy analiz pry obrobtsi trivimirnikh zberezheny / Mihushchenko R.P., Volobuyev M.M., Rebrova O.M. // Zbirnyk naukovykh prats "Visnyk NTU" KHPI "" : Matematychnye modelyuvannya v tekhnitsi ta tekhnolohiyakh. №18 (odna tysyacha sto dvadtsyat sim). Kharkiv. - 2015. - S. 92-98.
9. <http://faqkr.ru/osvita/160911-shho-take-ultrazvuk-zastosuvannja-ultrazvuku-v.html>
10. <http://ua.tuev-dieks.com/services/technical-diagnosis/methods-of-survey/ultrazvukovaya-defektoskopiya/>
11. <http://inprofteh.com.ua/work/436229/Ultrazvukovij-metod-nerujn-vnogo>

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕЗРАЗБОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА, РАБОТАЮЩЕГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

**Аннотація:** проведено аналіз способів безрозбірної діагностики машин і механізмів, в том числі



сельскохозяйственных, а именно – машинно-тракторных агрегатов с учетом особенностей их работы, особенно при использовании альтернативного топлива.

**Ключевые слова:** безразборная диагностика, альтернативное топливо, датчики, машинно-тракторный агрегат.

### **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF IN-PLACE DIAGNOSTICS OF MACHINE-TRACTOR UNITS OPERATING WITH THE USE OF ALTERNATIVE FUELS**

**Summari:** the evaluation of the methods of in-place diagnostics of machines and mechanisms, including agriculture, namely, tractor units, taking into account features of their work, especially when using alternative fuels.

**Keywords:** diagnostics without disassembly, alternative fuels, sensors, machine-tractor unit.