

ISSN 2307-5732
DOI 10.31891/2307-5732

Науковий журнал



ВІСНИК

**Хмельницького національного
університету**

Технічні науки

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

2.2021

ВІСНИК

Хмельницького

національного

університету

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2021, Issue 2, Volume 295

Хмельницький

**ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання категорії «Б»,
РІШЕННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ № 1643 ВІД 28.12.2019 та №409 від 17.03.2020

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2021, № 2(295)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Включено до науково-метричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAAJ
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221
CrossRef	http://doi.org/10.31891/2307-5732

Головний редактор	Скиба М. Є. , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, ректор Хмельницького національного університету
Заступник головного редактора	Синюк О. М. , д.т.н., професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету
Відповідальний секретар	Горященко С. Л. , к.т.н., доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї


Технічні науки

Березненко С.М., д.т.н., **Бойко Ю.М.**, д.т.н., **Говорущенко Т.О.**, д.т.н., **Гордєєв А.І.**, д.т.н., **Грабко В.В.**, д.т.н., **Диха О.В.**, д.т.н., **Защепкіна Н.М.**, д.т.н., **Захаркевич О.В.**, д.т.н., **Злотенко Б.М.**, д.т.н., **Зубков А.М.**, д.т.н., **Каплун П.В.**, д.т.н., **Карташов В.М.**, д.т.н., **Кичак В.М.**, д.т.н., **Любош Хес**, д.т.н., (Чехія), **Мазур М.П.**, д.т.н., **Мандзюк І.А.**, д.т.н., **Мартинюк В.В.**, д.т.н., **Мельничук П.П.**, д.т.н., **Місяць В.П.**, д.т.н., **Мясіщев О.А.**, д.т.н., **Нелін Є.А.**, д.т.н., **Павлов С.В.**, д.т.н., **Параска О.А.**, к.т.н., **Рогатинський Р.М.**, д.т.н., **Горошко А.В.**, д.т.н., **Сарібекова Д.Г.**, д.т.н., **Семенко А.І.**, д.т.н., **Славінська А.Л.**, д.т.н., **Харжевський В.О.**, д.т.н., **Шинкарук О.М.**, д.т.н., **Шклярський В.І.**, д.т.н., **Щербань Ю.Ю.**, д.т.н., **Ясній П.В.**, д.т.н., професор, **Бубуліс Альгімантас**, доктор наук (Литва), **Елсаєд Ахмед Ельнашар**, доктор наук (Єгипет), **Кальчинські Томаш**, доктор наук (Польща), **Коробко Євгенія Вікторівна**, д.т.н. (Білорусія), **Лунтовський Андрій Олегович**, д.т.н. (Німеччина), **Любош Хес**, доктор наук (Польща), **Матушевський Мацей**, доктор наук (Польща), **Мушлевський Лукаш**, доктор наук (Польща), **Мушял Януш**, доктор наук (Польща), **Натріашвілі Тамаз Мамієвич**, д.т.н., (Грузія), **Попов Валентин**, доктор природничих наук (Німеччина)

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 17 від 27.05.2021 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

	(038-2) 67-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik
e-mail:	visnyk.khnu@khmnu.edu.ua		http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm
	visnyk.khnu@gmail.com		

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року

© Хмельницький національний університет, 2021
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2021

ЗМІСТ

ЕКОЛОГІЯ

Г.Д. КОБИЩАН, Ю.О. БАСОВА, Л.М. ГУБА, А.С. ТКАЧЕНКО ОСОБЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТАНДАРТИЗАЦІЇ Й СЕРТИФІКАЦІЇ МИЙНИХ ЗАСОБІВ	7
Ю.С. СОКОЛАН, Л.В. КУЧЕРЕНКО АНАЛІЗ ДОСВІДУ ПЛАНУВАННЯ СИСТЕМИ БЛАГОУСТРОЮ ЖИТЛОВИХ ТЕРИТОРІЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ	17
РОМАН КАМІНСЬКИЙ, НАТАЛІЯ ШАХОВСЬКА, БОГДАН ХУДОБА ФРАКТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТЕКСТІВ РІЗНИХ СТИЛІВ, ПОДАНИХ ЦІЛОЧИСЕЛЬНИМИ ЕКВІДИСТАНТНИМИ ПОСЛІДОВНОСТЯМИ КІЛЬКОСТІ ЛІТЕР У СЛОВАХ	26

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ,
СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА

І.З. МАНУЛЯК, С.І. МЕЛЬНИЧУК, С.П. ВАЩИШАК, С.М. РУДАК РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ КОВЗНОЇ МЕДІАНИ НА ПЛІС ДЛЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ОПРАЦЮВАННЯ СИГНАЛІВ СЕНСОРІВ	35
Д.В. СТАЦЕНКО, Б.М. ЗЛОТЕНКО, С.Г. НАТРОШВІЛІ, Т.І. КУЛІК, С.А. ДЕМШОНКОВА КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ ПРИМІЩЕНЬ	40
Т.В. СІЧКО МЕТОД РАНЖУВАННЯ НА ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВИХ САЙТАХ	45
О.В. БАРМАК, П.М. РАДЮК ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВІЗУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ РЕНГЕНІВСЬКИХ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ПНЕВМОНІЇ	52
С.Т. БАРАСЬ, Л.В. КРУПЕЛЬНИЦЬКИЙ, О.В. ОНИЩУК ВИМІРЮВАННЯ ОПОРНОЇ ЧАСТОТИ ВУЗЬКОСМУГОВОГО РАДІОСИГНАЛУ ОБМЕЖЕНОЇ ТРИВАЛОСТІ	56
В.С. ЯКОВИНА, Б.В. УГРИНОВСЬКИЙ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНИХ ПРОЦЕСІВ ТА КОРИСТУВАЦЬКИХ ДОДАТКІВ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID В КОНТЕКСТІ ЯВИЩА СТАРІННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	64
І.А. КОТОВ АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОТИАВАРІЙНОГО КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ НА ОСНОВІ ЛОГІКО-ІМОВІРНІСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОДУКЦІЙНИМИ МЕРЕЖАМИ ПЕТРІ	71
В.Г. КРАСИЛЕНКО, Н.П. ЮРЧУК, Д.В. НІКІТОВИЧ ЗАСТОСУВАННЯ ІЗОМОРФНИХ МАТРИЧНИХ ПРЕДСТАВЛЕНЬ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОТОКОЛУ УЗГОДЖЕННЯ СЕКРЕТНИХ КЛЮЧІВ-ПЕРЕСТАНОВОК ЗНАЧНОЇ РОЗМІРНОСТІ ...	78
П.Г. РЕГІДА, І.А. КОМІСАРОВ ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБУ ПЛАНУВАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ НА ОСНОВІ АЛГОРИТМУ БУЛЬБАШКОВОГО РОЗПОДІЛУ В РІЗНИХ ТОПОЛОГІЯХ	89
К.Р. СЕНІВА СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ ІГРАХ	97
Ю.П. КРИВЕНЧУК, О.І. ГРИЦИК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИБОРУ МАЙБУТНЬОЇ ПРОФЕСІЇ	101

Ю. П. КРИВЕНЧУК, С.В. ГЕЛЕТІЙ КОНЦЕПЦІЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ТЕКСТУ В БІТОВУ КАРТУ З ВИКОРИСТАННЯМ БУДЬ-ЯКОГО ШРИФТУ	105
--	-----

Т.В. РОМАНЕНКО, Н.Г. РУСІНА ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛЬНОЇ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ	109
--	-----

МАШИНОБУДУВАННЯ, МЕХАНІКА ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

М.Г. ЗАЛЮБОВСЬКИЙ, І.В. ПАНАСЮК ВИЗНАЧЕННЯ СТАТИЧНОГО МОМЕНТУ ОПОРУ ВЕДУЧОГО ВАЛУ ГАЛТУВАЛЬНОЇ МАШИНИ, СТВОРЕНОГО МАСОЮ СИПКОГО СЕРЕДОВИЩА У РОБОЧІЙ ЄМКОСТІ	116
--	-----

О.О. ЯЛИНА ДІАГНОСТИКА І ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ	123
--	-----

В.Ю. ЯНІШЕВСЬКИЙ УНІВЕРСАЛЬНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВІД ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	127
--	-----

М. І. СТАДНІК, А. А. ВИДМИШ, С. А. ШАРГОРОДСЬКИЙ, В. С. РУТКЕВИЧ САМООЧИСНИЙ ФІЛЬТР ДЛЯ ЗАМКНУТИХ ГІДРОСИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ОБЛАДНАННЯ	130
---	-----

ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕНЕРГЕТИКА

М.С. СКИБА, О.В. МІСЯЦЬ, А.О. ПОЛЩУК, В.П. МІСЯЦЬ, М.М. РУБАНКА СИСТЕМА АДАПТИВНОГО ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ ШВИДКІСТЮ ОБЕРТАННЯ АСИНХРОННОГО ТРИФАЗНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ РОТОРНОЇ ДРОБАРКИ	139
---	-----

О.М. БЕЗВЕСІЛЬНА, Ю.В. КИРИЧУК, Н.М. НАЗАРЕНКО, А.Г. ТКАЧУК АВТОМАТИЗОВАНИЙ ДВОКАНАЛЬНИЙ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ ГРАВИМЕТР АГС	147
---	-----

Г.І. БАРИЛО, І.І. ГЕЛЬЖИНСЬКИЙ, Р.Л. ГОЛЯКА, Т.А. МАРУСЕНКОВА, М.О. ХІЛЬЧУК ВБУДОВАНА СИСТЕМА КОНВЕРТЕРА НАПРУГИ ЖИВЛЕННЯ ОРГАНІЧНИХ СВІТЛОДІОДІВ	151
---	-----

О.В. ОСАДЧУК, В.С. ОСАДЧУК, Я.О. ОСАДЧУК ДОСЛІДЖЕННЯ СЕНСОРА ТЕМПЕРАТУРИ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ НА ОСНОВІ КВАНТОВОЇ ГЕТЕРОСТРУКТУРИ З ВІД'ЄМНИМ ДИФЕРЕНЦІЙНИМ ОПОРОМ	156
---	-----

О.Ю. КІМСТАЧ, І.М. ІЛЛЯШЕНКО, А.О. ЖЕЖЕЛО МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТРИФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА З УРАХУВАННЯМ АСИМЕТРІЇ МАГНІТОПРОВОДУ	165
--	-----

О.М. БЕЗВЕСІЛЬНА, М.В. ІЛЬЧЕНКО, С.С. КОТЛЯР КЛАСИФІКАЦІЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ ПРИЛАДОВИХ КОМПЛЕКСІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ	172
--	-----

О.Я. ВОЛОШАНЮК, О.В. НЕЧИПОРЕНКО ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕДУКЦІЙНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРАЦЮЮЧИХ НА БАЗІ РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ	176
--	-----

АВТОМАТИЗАЦІЯ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА

М.В. ВАСИЛЬЄВ, А.І. БРУНЕТКІН НАЛАШТУВАННЯ НЕЧІТКОГО АДАПТИВНОГО РЕГУЛЯТОРА КОМПРЕСОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЗРІДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ	187
--	-----

Ю.П. ЗАСПА

НЕЛІНІЙНА КОНТАКТНА ДИНАМІКА ТА АНТИСИМЕТРИЯ КОРПУСКУЛЯРНО-ВИХОР-ХВИЛЬОВИХ ФОРМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ТА ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛІВ У ФОНОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ КОМПЛЕКСНОГО ЕВКЛІДОВОГО ПРОСТОРУ. СПЕКТРИ ХІТОННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ 193

В.І. ЛУЖАНСЬКИЙ, Л.В.КАРПОВА, А.І. ПОВХ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИГНАЛУ НА ВХОДІ ПРИЙМАЧА МОБІЛЬНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ РІЗНИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ В УМОВАХ ЗАБУДОВИ МІСТА 206

А.Е. RUBANENKO, О.О. RUBANENKO, І.А. HUNKO, V.V. GASYCH

DETERMINATION OF RESIDUAL RESOURCE OF MEASURING CURRENT TRANSFORMERS USING FUZZY SIMULATION 214

О.О. РУБАНЕНКО, І.О. ГУНЬКО, В.В. ГАСИЧ, Д.О. ГРЕСЬКОВ, В.А. ПРЯДКО

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ НЕГАРАНТОВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ 220

ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНОЇ, ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**І.О. ЗАСОРНОВА, О.С. ЗАСОРНОВ, Г.А. РІПКА**

РОЗРОБКА КЛАСИФІКАТОРУ ЗАСТОСУВАННЯ QR-КОДІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ 226

І.Т. СОЛТИК

ПРИНЦИПИ ВИГОТОВЛЕННЯ ВКЛАДНИХ УСТІЛОК ІЗ ПІДПРОМ ДЛЯ УТЕПЛЕНОГО ВЗУТТЯ .. 234

А.В. АНТОНЕНКО, Т.В. БРОВЕНКО, О.В. ВАСИЛЕНКО,

Ю.В. ЗЕМЛІНА, Г.А. ТОЛОК, І.М. ГРИЩЕНКО
ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ У ТЕХНОЛОГІЇ ХОЛОДНИХ ЗАКУСОК 239

О.О. КОРОТИЧ, В.С. НЕЙМАК, А.М. ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ, Н.М. ЗАЩЕПКИНА

РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ ВІТРИНИ З АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ 245

А.Л. СЛАВІНСЬКА, В.В. МИЦА

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АСПЕКТ ГРУПУВАННЯ УНІФІКОВАНИХ ФОРМ РОБОЧОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ НА МОДЕЛЬ ВИРОБНИЧОГО ОДЯГУ 254

О.Г. СОКОЛОВСЬКА, Л.О. ВАЛЕВСЬКА

ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА КІНОА – ВАЖЛИВИЙ ЕТАП ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ 259

О.Л. ТКАЧУК

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДВАРЮВАННЯ КОТОНІНОВМІСНОЇ ТКАНИНИ 264

В.Ю. ЩЕРБАНЬ, А.К. ПЕТКО, О.З. КОЛИСКО, Ю.Ю. ЩЕРБАНЬ, Л.Є. ГАЛАВСЬКА

ПРОГРАМНІ МОДУЛІ ТА ПРОЦЕДУРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ НАТЯГУ КЕВЛАРОВОЇ НИТКИ ПРИ В'ЯЗАННІ З ВИКОРИСТАННЯМ АЛГОРИТМУ РЕКУРСІЇ 271

**МАШИНОБУДУВАННЯ, МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО
ТА ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ****Б.С. БРАЦЛАВЕЦЬ**

РОЗРОБКА МЕТОДУ НЕРУЙНЛИВОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАГАРТОВАНИХ ГІЛЗ ЦИЛІНДРІВ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ 275

В.І. БРЕДУН АНАЛІЗ РЕГІОНАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ЯК ЕЛЕМЕНТУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ	278
--	-----

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

О. В. ОСАДЧУК, Л. В. КРИЛИК, Я. О. ОСАДЧУК, О. С. ЗВЯГІН МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ	282
--	-----

В. В. ЯЦЕНКО, К. Г. ГРИЦЕНКО, В. В. КОЙБІЧУК, А. В. ШТЕФАН НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АКТУАЛІЗАЦІЇ КІБЕРСПОРТИВНОЇ ІНДУСТРІЇ НА СВІТОВОМУ РІВНІ.....	289
---	-----

УНІВЕРСАЛЬНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВІД ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Впровадження та функціональне розширення гідроприводів, застосування гідросистем в якості відбору потужності, що забезпечують можливість незалежного приводу різних споживачів у широкому діапазоні навантаження. Флагмани іноземного сільськогосподарського, дорожнього, промислового машинобудування обладнують свої виробы гідросистемами, потужність яких значно перевищує 70 кВт і цей показник продовжує зростати.

Ключові слова: гідропривід, універсалізація, регульований насос, гідромотор, реверс, робоче обладнання.

V. YANISHEVSKYY

Vinnitsia National Agrarian University

UNIVERSAL HYDRAULIC DRIVE FOR AGRICULTURAL TECHNOLOGY

The introduction and functional expansion of hydraulic drives expands the use of hydraulic systems as a power take-off, providing the possibility of independent drive of different consumers in a wide range of loads. The flagships of foreign agricultural, road, industrial engineering equip their products with hydraulic systems, the power of which significantly exceeds 70 kW and this figure continues to grow.

Due to the fact that the developers of mobile energy are in a rigid framework for size, fuel and other indicators, the creation of such equipment is through the introduction of universal hydraulic systems. Universalization of hydraulic systems to ensure the work of external consumers is one of the most important tasks in the development of hydraulic systems. But, despite more than age development and improvement of the hydraulic drive, scientific researches for the purpose of creation of universal and more economic models are actively conducted in different countries of the world. The big disadvantage of these designs is the inability to change the speed of the shaft of the hydraulic motor drive equipment, because this parameter depends on the wear of components and parts of the hydraulic drive, oil temperature. An important indicator of modern hydraulic drives is the introduction of adjustable pumps, which significantly expand the potential of the hydraulic drive by improving the technical and economic performance.

In this case, the drive of all equipment is provided by one pump. Such "centralized" systems operate from a single energy source and air conditioners. As a result the possibility of return rotation of the hydraulic motor, its braking, smooth change of frequency of rotation of a drive of the equipment of agricultural machines is provided. But, despite more than age development and improvement of the hydraulic drive, researches for the purpose of creation of universal and more economic models are actively conducted in different countries of the world.

Key words: hydraulic drive, universalization, adjustable pump, hydraulic motor, reverse, working equipment.

Вступ

Впровадження та функціональне розширення гідроприводів на автотракторній техніці тягне за собою збільшення їх питомої потужності [1]. Флагмани іноземної сільськогосподарської, дорожньої, промислової машинобудівної сфери обладнують свої виробы гідросистемами, потужність яких значно перевищує 70 кВт [2, 3]. Актуалізація гідросистем для забезпечення роботи зовнішніх споживачів сільськогосподарських машин у великому діапазоні режимів – одне з головних завдань розвитку гідросистем.

У зв'язку з тим, що розробники мобільних енергозасобів знаходяться в жорстких рамках за масогабаритним, паливним та іншим показниками, створення такої техніки йде шляхом впровадження універсальних гідросистем [4, 5]. Такі "централізовані" системи працюють від єдиних джерел енергії та кондиціонерів [6, 7]. Важливим показником сучасних гідравлічних приводів є впровадження регулюючих насосів, які значно розширюють потенціал гідроприводу шляхом покращення техніко-економічних показників. У цьому випадку привід всього обладнання забезпечується одним насосом. При цьому під час зміни витрати робочої рідини об'ємні втрати настільки малі, що їх можна не враховувати [8].

Методика досліджень

Значна маса сільськогосподарських машин, обладнаних гідравлікою, володіють незалежними гідравлічними приводами центральних вузлів, ходової та робочої частин.

Великим мінусом цих конструкцій являється неможливість зміни частоти обертів валу гідромотора приводу робочого обладнання, так як цей параметр залежить від зносу вузлів і деталей гідроприводу, температури олії. Але джерела гідравлічної енергії можуть функціонувати при різній частоті обертання валу гідроприводу. Так, наприклад, робоче обладнання машин сільськогосподарського призначення працює при швидкості обертання валу насоса від 540 до 3000 і більше об/хв. Ще одним значним недоліком є неможливість реверсу і зупинки гідромоторів провідних коліс і обладнання трактора [9, 10].

Для збільшення робочих діапазонів гідравлічного приводу сільськогосподарських машин пропонується гідропривід, який включає в себе насос (працює від двигуна), гідромотор (приводить до обертання ходові колеса), гідромотор для робочих споживачів і регулятор частоти обертання гідромотора. У цій схемі задіяні регульований насос і клапан різності тисків з логічним елементом. На малюнку 1 наведено пристрій такого гідроприводу.

Джерело енергії 1 через регульований насос 2 з'єднано з гідромотором 3 гідролініями 4, 5 за

допомогою клапана різниці тисків 6, а також з гідромотором 7 через регулятор швидкості 8 і гідролінії 4, 5, 9. Обернено пропорційна від пружинної порожнина 10 клапана з'єднана з гідролініями 4 і 5 за допомогою логічного елемента 11. Пружинна частина 12 клапана контактує з гідролінією 9. Регулятор швидкості 9 включає в себе регульований дросель 13. Також схема включає в себе зворотні клапани 14, 15 і розподільник 16. Гідролінії 4 і 9 з'єднуються дроселем 17 і зворотним клапаном 18. Схема обладнана запобіжними клапанами 19, 20. Гідроциліндр 21 з розподільником 22 керують подачею регульованого насоса 2. Система живлення складається з насоса 23 і системи клапанів (переливного 24, зворотних 25, 26).

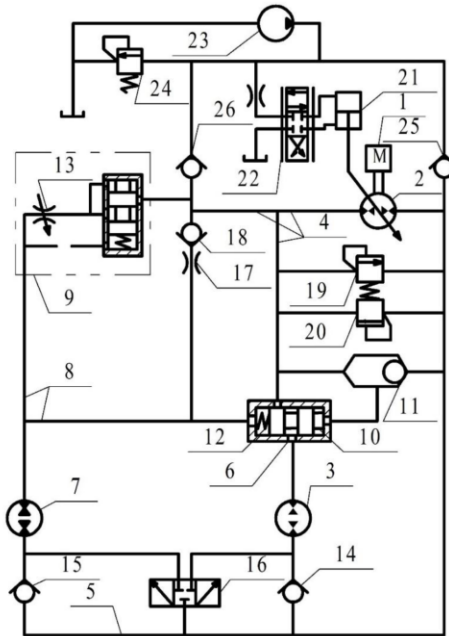


Рис. 1. Пристрій гідроприводу

Результати досліджень та обговорення

Сільськогосподарська машина може працювати в трьох режимах:

- 1) переміщення машини (робоче обладнання не задіяне);
- 2) стаціонарне положення машини (робоче обладнання задіяне);
- 3) переміщення машини при роботі обладнання.

Вищевикладені режими роботи проаналізуємо в процесі тяги, гальмування гідроприводом і реверсу. У транспортному режимі роботи сільськогосподарської машини дросель закритий. Тиск робочої рідини з гідролінії 4 та логічного елемента впливає на порожнину 10 клапана. Відповідно золотник переміщується вліво. Олія прямує на гідромотор через клапан і гідролінію 4. Незначна частина олії з порожнини 10 йде в гідролінію 5 на всмоктування насоса.

Принцип дії гідроприводу полягає в наступному. Клапан знаходиться в закритому положенні, а регулятор швидкості - у відкритому. Робоча рідина йде в гідромотор 7. Як тільки гідромотор 7 виходить на свій номінал, масло через клапан йде у гідромотор 3. Тим самим швидкість обертання валу гідромотора 7 підтримується на постійному рівні. Також

вона може регулюватися дроселем за заданою програмою. Швидкість переміщення машини змінюється насосом. Зміна швидкості обертання валів гідромоторів відбувається зменшенням або збільшенням подачі насоса. З метою уповільнення гідромоторів подачу насоса зменшують. Через зниження витрати робочої рідини гідромотори 3 і 7 виконують функцію насосів і дають тиск у насос через гідролінію 5. Звернені клапани 14 і 15 не дають маслу потрапити в загальмований гідромотор при роботі другого, дозволяючи дотримуватися техніки безпеки.

На малюнку 2 представлені закони зміни частоти обертання валів гідромоторів n_0 і сільськогосподарської машини n_0, n_1 і n_2 залежно від вибору кута регулювання. Припускаємо, що гранична частота обертання валів 3000 об/хв (транспортна швидкість сільськогосподарської машини – 15 км/год). Обсяг гідромотора робочого обладнання на 0,5 менший, ніж обсяг насоса. Обсяг гідромотора ходової та насоса однаковий.

Швидкість обертання валу гідромотора, що приводить в обертання ходові колеса, напряму пов'язана з кутом регулювання насоса і змінюється по лінії ОВ. Швидкість валу гідромотора робочого обладнання при цьому рівна нулю ($n_{p0} = 0$).

Шкала праворуч показує зв'язок швидкості обертання валу гідромотора ходових коліс залежно від поступальної швидкості машини. При $n_{p0} = 3000$ об/хв масло йде в гідромотор робочого обладнання (кут регулювання насоса – 15 °). При $\alpha > 15^\circ$ олія йде на привід ходової. Зв'язок швидкості обертання гідромотора від кута регулювання насоса відображає лінія ED.

Висновки

Створення універсального гідроприводу в даний час неминучий та тягне за собою зміну комплексних, системних підходів при його розробці і модернізації. Це дозволить забезпечити високі технічні параметри машини та її необхідну конкурентоспроможність на світових ринках.

Таким чином, централізований пристрій гідроприводу з одним регульованим насосом робить схему універсальною завдяки плавній і безступінчастій зміні робочих режимів сільськогосподарської машини і його робочого обладнання, дозволяє здійснювати реверс і зупинку машини. При цьому покращуються

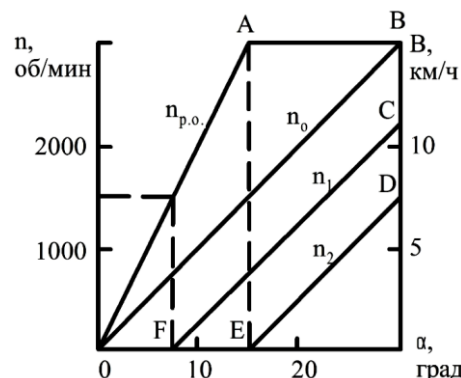


Рис. 2. Зміна швидкості обертів валів гідромоторів від кута регулювання насоса

економічні та енергетичні показники машини.

Література

1. Коробкин В.А. О перспективных направлениях создания гидравлических агрегатов приводов строительных и дорожных машин / В.А. Коробкин, А.Я. Котлобай, А.А. Котлобай, В.Ф. Тамело // Наука и техника. – 2012. – № 6. – С. 71–76.
2. Королькевич А.В. Многофункциональный гидропривод мобильных машин / А.В. Королькевич, М.И. Жилевич // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2010. – № 6. – С. 58–61.
3. Несмиян А.Ю. Обеспеченность предприятий агропромышленного комплекса сельскохозяйственной техникой / А.Ю. Несмиян, В.В. Должиков // Совершенствование технических средств производства продукции растениеводства : межвузовский сборник научных трудов. – Зерноград, 2013. – С. 64–68.
4. Несмиян А.Ю. Сравнительные характеристики орудий для поверхностной обработки почвы / А.Ю. Несмиян, В.В. Должиков, С.А. Гладкий, М.Г. Кобец // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 3. – С. 23–25.
5. Жилевич М.И. Новые возможности экспериментальной доводки гидроприводов машин / М.И. Жилевич, А.В. Королькевич, В.С. Шевченко // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2011. – № 6. – С. 54–56.
6. Муздыбаев М.С. Обеспечение работоспособности гидромеханической трансмиссии транспортных машин / М.С. Муздыбаев, А.С. Муздыбаева, Д.М. Мырзабекова // Вестник Восточно-Казахстанского государственного технического университета. – 2018. – № 4. – С. 149–153.
7. Рылякин Е.Г. Влияние эксплуатационных факторов на изменение надежности гидроагрегатов мобильных машин / Е.Г. Рылякин, А.В. Курылев // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – С. 247–249.
8. Попов В.Б. Математическое обеспечение для проектирования подъемно-навесных устройств мобильных энергетических средств / В.Б. Попов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 3 (27). – С. 67–71
9. Бажутов Д.Н. Модернизация гидравлической системы навесного оборудования трактора / Д.Н. Бажутов, Г.А. Ленивец, О.С. Володько // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Механика и машиностроение. – 2011. – Т. 13. – № 4. – С. 955–956.
10. Волков В.Н. Особенности работы гидравлических систем лесозаготовительной техники в условиях эксплуатации при низких температурах / В.Н. Волков, В.А. Бурмистров, О.М. Тимохова // Технические науки. – 2014. – № 8. – С. 1283–1287.

References

1. Korobkin V.A. O perspektivnykh napravleniyakh sozdaniya gidravlicheskih agregatov privodov stroitelnykh i doroznykh mashin / V.A. Korobkin, A.YA. Kotlobay, A.A. Kotlobay, V.F. Tamelo // Nauka i tehnika. – 2012. – № 6. – S. 71–76.
2. Korolkevich A.V. Mnogofunktsionalnyy gidroprivod mobilnykh mashin / A.V. Korolkevich, M.I. Jilevich // Vestnik Belorusskogo natsionalnogo tehniceskogo universiteta. – 2010. – № 6. – S. 58–61.
3. Nesmiyan A.YU. Obespechennost predpriyatiy agropromyshlennogo kompleksa selskohozyaystvennoy tehnikoy / A.YU. Nesmiyan, V.V. Doljnikov // Sovershenstvovanie tehniceskikh sredstv proizvodstva produktsii rastenievodstva : mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov. – Zernograd, 2013. – S. 64–68.
4. Nesmiyan A.YU. Sravnitelnyie harakteristiki orudiy dlya poverhnostnoy obrabotkipochvy / A.YU. Nesmiyan, V.V. Doljnikov, S.A. Gladkiy, M.G. Kobets // Traktory i selhoz mashiny. – 2014. – № 3. – S. 23–25.
5. Jilevich M.I. Novyye vozmozhnosti eksperimentalnoy dovodki gidroprivodov mashin / M.I. Jilevich, A.V. Korolkevich, V.S. Shevchenko // Vestnik Belorusskogo natsionalnogo tehniceskogo universiteta. – 2011. – № 6. – S. 54–56.
6. Muzdyibaev M.S. Obespechenie rabotosposobnosti gidromehanicheskoy transmissii transportnykh mashin / M.S. Muzdyibaev, A.S. Muzdyibaeva, D.M. Myrza-bekova // Vestnik Vostochno-Kazhastanskogo gosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. – 2018. – № 4. – S. 149–153.
7. Ryilyakin E.G. Vliyanie ekspluatatsionnykh faktorov na izmenenie nadejnosti gidroagregatov mobilnykh mashin / E.G. Ryilyakin, A.V. Kuryilev // Molodoy uchenyy. – 2014. – № 4. – S. 247–249.
8. Popov V.B. Matematicheskoe obespechenie dlya proektirovaniya podyemno-navesnykh ustroystv mobilnykh energeticheskikh sredstv / V.B. Popov // Vestnik APK Verhnevoljya. – 2014. – № 3 (27). – S. 67–71
9. Bajutov D.N. Modernizatsiya gidravlicheskoj sistemyi navesnogo oborudovaniya traktora / D.N. Bajutov, G.A. Lenivtsev, O.S. Volodko // Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Mehanika i mashinostroenie. – 2011. – Т. 13. – № 4. – S. 955–956.
10. Volkov V.N. Osobennosti raboty gidravlicheskih sistem lesozagotovitelnoy tehniki v usloviyakh ekspluatatsii pri nizkikh temperaturah / V.N. Volkov, V.A. Burmistrov, O.M. Timohova // Tehnicheskie nauki. – 2014. – No 8. – S. 1283–1287.

Надійшла/Paper received : 14.03.2021 p. Надрукована/Printed : 02.06.2021 p.