

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

3.2022

ВІСНИК

Хмельницького

національного

університету

Технічні науки

Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2022, Issue 3, Volume 309

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, 2022, № 3(309)

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

Наукова бібліотека України ім. В.І. Вернадського http://nbuv.gov.ua/j-tit/Vchnu_tekh

Включено до науково-метричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aUP9OYAAAAJ
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, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем 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., Горященко С. Л., к.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Защепкіна Н.М., д.т.н., Рубаненко О. О., 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., Малогулко Ю. В., к.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Параска О.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Горошко А.В., д.т.н., Сарібєкова Ю.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., Бубуліс Альгімантас, доктор наук (Литва), Елсаєд Ахмед Ельнашар, доктор наук (Єгипет), Кальчинські Томаш, доктор наук (Польща), Лунтовський Андрій, д.т.н. (Німеччина), 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 26.05.2022 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

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 24922-14862ПР від 12 липня 2021 року

© Хмельницький національний університет, 2022
Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2022

ЗМІСТ

ФРИЗ М. Є., МЛИНКО Б. Б. УМОВНІ ЛІНІЙНІ ВИПАДКОВІ ПРОЦЕСИ З ДИСКРЕТНИМ ЧАСОМ ТА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ	7
ГНАТЧУК Є. Г. ПРАВИЛА І МЕТОД ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО МОЖЛИВОСТІ ДОНОРСТВА І ТРАНСПЛАНТАЦІЇ НА ОСНОВІ ЦИВІЛЬНОГО ПРАВА	13
МОСКАЛЕНКО А. О., ОСЯДЛИЙ В. В. МОДЕЛЬ ТА МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ДОСТАТНОСТІ МЕДИЧНИХ ДАНИХ	19
ОСОЛІНСЬКИЙ О. Р., КОЧАН В. В., САЧЕНКО А. О., КОЧАН О. В., КОЧАН Р. В. ФОРМУВАЧ ІМПУЛЬСІВ ДОВІЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ	25
АНТОНЮК А. А., КОЛЯДА К. В. ПОВЕДІНКОВА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ БЛОКІВ ДАНИХ ПРИ ЇХ ВІДДАЛЕНОМУ РОЗПОДІЛЕНОМУ ЗБЕРІГАННІ	29
ГАГЕН В. А. ПРОЕКТУВАННЯ АРХЕТИПОВОЇ МОДЕЛІ СЕМАНТИЧНОЇ СУМІСНОСТІ МЕДИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	33
ГУРМАН І. В., МОТОРНИЙ П. В., ЧЕШУН В. М., ДЖУЛІЙ А. В., ЧОРНЕНЬКИЙ В. І. АЛГОРИТМ СИНТЕЗУ ДИСКРЕТНИХ ТЕСТІВ НА ОСНОВІ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ТЕОРІЙ	40
ПРАВОРСЬКА Н. І., ГРИПІНСЬКА Н. В. ЕКСПЕРИМЕНТИ ТА ВИКОРИСТАНІ ОЦІНОЧНІ МЕТРИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ, ЯКІ ПРОВОДИЛИСЬ ПРИ РОЗРОБЦІ МОВНО-НЕЗАЛЕЖНОГО ІНКРЕМЕНТНОГО ДЕТЕКТОРА	44
ШАХОВСЬКА Н. Б., ШЕБЕКО А. РОЗРОБЛЕННЯ АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ОПТИЧНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ СИМВОЛІВ З ФОТОГРАФІЙ ДОКУМЕНТІВ	50
МЕЛЬНИКОВА Н. І., ПОБЕРЕЙКО П. Б. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОШУКУ КЛЮЧОВИХ КАДРІВ У ВІДЕОПОТОЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ СИСТЕМ ПОШУКУ	55
КРИВЕНЧУК Ю. П., МАРКО О. М. СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ТРЕКІНГУ ОБ'ЄКТІВ НА ВІДЕО	61
КРИВЕНЧУК Ю. П., ЯКИМІВ Р. Ю. СИСТЕМА АНАЛІЗУ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ ДЛЯ АПРОКСИМАЦІЇ ВІКУ	66
БАГРІЙ Р. О., ПЕТРОВСЬКИЙ С. С. ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ДОДАТКІВ	70
КИРИЦЯ І. Ю. ФЕНОМЕНОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ РУЙНУВАННЯ	75
БРАЦЛАВЕЦЬ Б. С. ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ГАЛЬВАНІЧНИМИ ПОКРИТТЯМИ НА ОСНОВІ ЦИНКУ	82
КОСНОК М. М. КОГЕНЕРАЦІЙНА УСТАНОВКА НА ОСНОВІ ІННОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ	85
КУЧЕРЕНКО Ю. С. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАНЕСЕННЯ ПОКРИТТІВ	89
ЗАЛЮБОВСЬКИЙ М. Г., ПАНАСЮК І. В. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГАЛТУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ТИПУ «TURBULA» ПРИ ВИКОНАННІ ВІДДІЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ ВІД ЛИВНИКІВ	92
БІЛИЙ Л. А., ПОЛЩУК О. С., ЛІСЕВИЧ С. П., ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ А. М., МЕЛЬНИК В. І. МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ ЧУТЛИВОСТІ СИСТЕМИ ДО СВОЇХ ПОЧАТКОВИХ УМОВ	99
ПОЛЩУК О. С., ПОЛЩУК А. О., ЛІСЕВИЧ С. П., ЗАЛІЗЕЦЬКИЙ А. М., МЕЛЬНИК В. І. ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ТА ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ 3D-ДРУКУ З КОМПОЗИТНИХ НИТОК З ВИСОКИМ ВМІСТОМ МЕТАЛУ	104
ЯЛИНА О. О. ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ІМПУЛЬСНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	111
ЯНІШЕВСЬКИЙ В. Ю. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ДІЇ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ БАЛАНС ОБ'ЄМНОГО ГІДРОПРИВОДА	115

БУРБЕЛО М. Й., ЛЕБЕДЬ Д. Ю., ЛЕЩЕНКО О. Р. ОПТИМІЗАЦІЯ ЧАСУ ЗАРЯДУ/РОЗРЯДУ КОНДЕНСАТОРІВ АКТИВНОГО ФІЛЬТРА ПІД ЧАС КОЛИВАНЬ НАПРУГИ	119
ОСАДЧУК Я. О., ОСАДЧУК О. В., ОСАДЧУК В. С. АВТОГЕНЕРАТОРНІ ПАРАМЕТРИЧНІ СЕНСОРИ ТИСКУ	125
ЛЕВКІН Д. А. АРХІТЕКТОНІКА РОЗРАХУНКОВИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ	135
КУТІН В. М., КУТІНА М. В., ШПАЧУК О. О. МЕТОД КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ БЛОКУ «ГЕНЕРАТОР-ТРАНСФОРМАТОР»	138
ЛАРІН О. О., ПОТОПАЛЬСЬКА К. Є., ГРІНЧЕНКО Є. М. ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ НАСОСУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ НА ОСНОВІ СТАТИСТИЧНОЇ ОЦІНКИ ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ З ПРОГНОЗОВАНИМ СТОНШЕННЯМ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ВНАСЛІДОК КОРОЗІЇ	143
КОВТУН І. І., ПЕТРАЩУК С. А., БОЙКО Ю. М. ВПЛИВ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ НА ВИНИКНЕННЯ ТА ПЕРЕДАЧУ ТЕМПЕРАТУРНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ЕЛЕКТРОННИХ МОДУЛІВ	150
БОЙКО Ю. М., ПОЛКАРОВСЬКИХ О. І., ТКАЧУК В. П., АВДЄЄВ В. М., СВИСТУНОВ О. С. МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШИРОКОСМУГОВОЇ АНТЕННОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПЕЛЕНГАЦІЇ БПЛА	158
ЄВСЄНКО О. М., КАЧАНОВ П. О. ПОБУДОВА SCADA-СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ПРИМІЩЕНЬ ТОРГОВЕЛЬНОГО ЦЕНТРУ	168
СМОЛІН Ю. О. ОБГОВОРЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ВИЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНОЛОГІЇ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ	177
БЕРЕЗІН Л. М. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ НА НАДІЙНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ В'ЯЗАЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ ШКАРПЕТКОВИХ АВТОМАТІВ	184
ГРЕНКО Н. І., КРАМАРЕНКО Д. П. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСПЕРСНОЇ ТРИКОМПОНЕНТНОЇ СИСТЕМИ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ ФАРШЕВОЇ МАСИ З М'ЯСОМ ПТИЦІ ТА РОСЛИННИМИ ГІДРОБІОНТАМИ	189
КАРМАЛІТА А. К., ПУНДИК С. І., ДРАПАК Г. М., МЕЛЬНИК В. І. АНАЛІЗ МЕХАНІЧНИХ СПОСОБІВ КОНТРОЛЮ ПОЛОЖЕННЯ ПЛОСКИХ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ ПО ВЛАСТИВОСТЯХ ПОВЕРХОНЬ	194
СЛАВІНСЬКА А. Л., МАТЮХ С. А., МИЦА В. В. ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРИКОТАЖНОГО ПОЛОТНА ДЛЯ КУПАЛЬНОГО КОСТЮМА	199
БРЕДУН В. І. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ЛОГІСТИКИ ТІП У ПОЛТАВСЬКІЙ ОБЛАСТІ	205
ГРИЦЮК П. М., БАБИЧ Т. Ю., КРАСЬКО Б. В. КЛАСИФІКАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ	209
ЩЕРБАНЬ В. Ю., ЩЕНКО В. Д., КОЛИСКО О. З., ГОЛЬДБЕРГ М. І., ЩЕРБАНЬ Ю. Ю. КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ ДЕЙКСТРИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ФОРМИ ЗАПРАВКИ НИТКИ НА ОСНОВІ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО ШЛЯХУ ГРАФА	217
ПРИГОЖЕВ О. С. МОВНОНЕЗАЛЕЖНИЙ РЕПОЗИТАРІЙ ПРОГРАМНОГО КОДУ	221
МАМУТА М. С., МАМУТА О. Д. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОКАНАЛЬНОЇ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ З НЕЙРОМЕРЕЖЕВИМ КОМПЛЕКСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЇ	229
БОЙКО С. М., ЩОКІН В. П., ВИШНЕВСЬКИЙ С. Я., ДАНІЛІН О. В., ПОДГОРНИХ Н. В. ПРОГНОЗУВАННЯ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ АВІАЦІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ ПРИ РЕКОНФІГУРАЦІЇ СИСТЕМИ ЇХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	233
ЗАХАРКЕВИЧ О. В., КУЛЕШОВА С. Г., ТКАЧУК С. В., ЛУК'ЯНЧУК С. В. АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОДЯГУ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	240
СТРЕЛЬБИЦЬКИЙ В. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ НА РЕСУРС МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ МОСТОВИХ КРАНІВ МОРСЬКИХ ПОРТІВ	249
ФІНИК І. В. МЕТОДИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ В БІОГАЗОВИХ РЕАКТОРАХ	254
ШАМУРАТОВ О. Ю. МЕТОД КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НА ЗОБРАЖЕННІ НА ОСНОВІ ВИБОРУ ОЗНАК	260
МЕЛЬНИК А. М. АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ОСНОВІ ІНТЕРВАЛЬНОГО ТА ОНТОЛОГІЧНОГО ПІДХОДУ	265

CONTENT

MYKHAILO FRYZ, BOGDANA MLYNKO DISCRETE-TIME CONDITIONAL LINEAR RANDOM PROCESSES AND THEIR PROPERTIES	7
YELYZAVETA HNATCHUK RULES AND METHOD OF SUPPORTING THE DECISION MAKING ABOUT THE POSSIBILITY OF DONATION AND TRANSPLANTATION BASED ON THE CIVIL LAW	13
ARTEM MOSKALENKO, VITALIY OSYADLYI MODEL AND METHOD OF ASSESSING THE MEDICAL DATA SUFFICIENCY	19
OLEKSANDR OSOLINSKY, VOLODYMYR KOCHAN, ANATOLIY SACHENKO, OREST KOCHAN, ROMAN KOCHAN ARBITRARY DURATION PULSE SHAPER	25
ANTON ANTONIUK, KOSTIANTYN KOLIADA BEHAVIORAL MODEL OF DATA BLOCK RECOVERY SYSTEM FOR THEIR REMOTE DISTRIBUTED STORAGE	29
VALENTYN HAHEN ARCHETYPICAL MODEL OF SEMANTIC COMPATIBILITY OF MEDICAL INFORMATION SYSTEMS PROJECTING.....	33
IVAN GURMAN, PAVLO MOTORNYI, VIKTOR CHESHUN, ANDRII DZHULIY, VITALII CHORNENKYI ALGORITHM OF SYNTHESIS OF DISCRETE TESTS BASED ON EVOLUTIONARY THEORIES	40
NATALYA PRAVORSKA, NADIHA HRYPYNSKA EXPERIMENTS AND USED EVALUATION METRICS USED IN THE DEVELOPMENT OF A LANGUAGE-INDEPENDENT INCREASE DETECTOR	44
NATALIYA SHAKHOVSKA, ANDRII SHEBEKO DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF DOCUMENT OPTICAL CHARACTER RECOGNITION SYSTEM	50
NATALIIA MELNYKOVA, PETRO POBEREIKO RESEARCH OF METHODS OF SEARCHING KEY FRAMES IN VIDEO FLOW WITH THE USE OF NEURAL NETWORKS FOR SEARCH SYSTEMS	55
YURII KRYVENCHUK, OLEKSANDRA MARKO CREATION OF OBJECT RECOGNITION AND TRACKING SYSTEM.....	61
YURII KRYVENCHUK, ROMAN YAKYMIV CREATION OF AGE ESTIMATION SYSTEM	66
RUSLAN BAHRII, SERHII PETROVSKYI FEATURES OF MODERN WEB APPLICATION TESTING	70
INNA KYRYTSYA PHENOMENOLOGICAL CRITERIA OF DESTRUCTION	75
BOGDAN BRATSLAVETS RESTORATION OF PARTS OF AGRICULTURAL MACHINES WITH ZINC-BASED GALVANIC COATINGS	82
MYKOLA KOSIYUK COGENERATION DEVICE BASED ON INNOVATIVE TECHNOLOGY ORGANIZATION OF ORGANIC WASTE	85
YULIYA KUCHERENKO MODERN COATING TECHNOLOGIES	89
MARK ZALYUBOVSKYI, IGOR PANASYUK TECHNICAL AND ECONOMIC JUSTIFICATION OF THE USE OF TURBULA TYPE-EQUIPMENT EQUIPMENT IN THE PERFORMANCE OF METAL DETAILS DEPARTMENT	92
LEONID BILYI, OLEH POLISHCHUK, SVITLANA LISEVICH, ANATOLY ZALIZETSKY, VASILIIY MELNIK MODELING OF NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS ON THE BASIS OF THE SYSTEM SENSITIVITY MODEL TO ITS INITIAL CONDITIONS	99
OLEG POLISHCHUK, ANDRII POLISHCHUK, SVITLANA LISEVICH, ANATOLIY ZALIZETSKYI, VASILIIY MELNYK THE MANUFACTURING PRODUCTS AND PARTS BY 3D-PRINTING METHOD FROM COMPOSITE FILAMENTS WITH HIGH METAL CONTENT	104
OLGA YALYNA RESEARCH OF OPERATING MODES OF A PULSE HYDRAULIC DRIVE OF WORKING BODIES OF AGRICULTURAL MACHINERY	111
VASYL YANISHEVSKYY BASIC PRINCIPLES OF OPERATION AND ENERGY BALANCE OF VOLUME HYDRAULIC DRIVE	115
MYKHAILO BURBELO, DENYS LEBED, OLEKSANDR LESHCHENKO OPTIMIZATION OF CHARGE / DISCHARGE TIME OF ACTIVE FILTER CAPACITORS DURING VOLTAGE FLUCTUATIONS	119

JAROSLAV OSADCHUK, ALEXANDER OSADCHUK, VLADIMIR OSADCHUK SELF-OSCILLATING PARAMETRIC PRESSURE SENSORS	125
DMYTRO LEVKIN ARCHITECTONICS OF CALCULATED MATHEMATICAL MODELS UNDER UNCERTAINTY	135
VASIL KUTIN, MARINA KUTINA, OLEKSANDR SHPACHUK METHOD OF CONTROL OF TECHNICAL CONDITION OF INSULATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF THE GENERATOR-TRANSFORMER UNIT	138
OLEKSIY LARIN, KSENIA POTOPALSKA, YEVGEN GRINCHENKO ASSESSMENT OF THE RESIDUAL LIFE-TIME OF THE ELEMENTS OF THE CENTRIFUGAL PUMP OF THE ENERGY INSTALLATION ON THE BASIS OF STATISTICAL ASSESSMENT OF FATIGUE WITH PREDICTED WEAR DUE TO CORROSION	143
IGOR KOVTUN, SVITLANA PETRASHCHUK, JULIY BOIKO INFLUENCE OF THE SEALING ON APPEARANCE AND TRANSMISSION OF TEMPERATURE DEFORMATIONS IN ELECTRONIC MODULES	150
JULIY BOIKO, TKACHUK VITALIY, OLEKSIY POLIKAROVSKYKH, VICTOR AVDIEIEV, OLEKSIY SVISTUNOV MODELING THE CHARACTERISTICS OF A BROADBAND ANTENNA SYSTEM FOR UAV DIRECTION FINDING	158
OLEH YEVSEIENKO, PETRO KACHANOV SHOPPING MALL PREMISES SCADA-MICROCLIMATE CONTROL SYSTEM DEVELOPMENT	168
YURII SMOLIN DISCUSSION OF DEFINITIONS AND TERMINOLOGY PROBLEMS OF TECHNICAL CONTROL	177
LEONID BEREZIN SYSTEMATIZATION OF CALCULATIONS FOR THE RELIABILITY OF ELEMENTS OF KNITTING MECHANISMS OF SOCKS MACHINES	184
NATALIIA HIRENKO, DMYTRO KRAMARENKO RESEARCH OF DISPERSED THREE-COMPONENT SYSTEM AS A BASIS FOR STUFFED MASS WITH POULTRY MEAT AND VEGETABLE HYDROBIOTS	189
ANATOLII KARMALITA, SERHII PUNDYK, GEORGY DRAPAK, VASILIIY MELNIK ANALYSIS OF MECHANICAL METHODS OF CONTROLLING THE POSITION OF FLAT SHOE PARTS BY SURFACE PROPERTIES	194
ALLA SLAVINSKA, SERHII MATIUKH, VIKTORIIA MYTSA DIFFERENTIAL METHOD OF QUALITY CONTROL OF PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF KNITTED FABRIC FOR BATHING SUIT	199
VIKTOR BREDUN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL COMPONENT LOGISTICS OF MSW IN POLTAVA REGION	205
PETRO HRYTSIUK, TETIANA BABYCH, BOHDAN KRASKO CLASSIFICATION METHODS OF THE YIELD FORECASTING	209
VOLODYMYR SHCHERBAN, VALENTIN ISHCHEENKO, OKSANA KOLISKO, MARJANA GOLDBERG, YURYJ SHCHERBAN COMPUTER IMPLEMENTATION OF DAKYSTRE'S ALGORITHM FOR DETERMINING THE FORM OF THREAD REFILLING ON THE BASIS OF SEARCHING FOR THE OPTIMAL PATH OF THE GRAPH	217
OLEKSANDR PRYGOZHEV LANGUAGE INDEPENDENT SOFTWARE CODE REPOSITORY	221
MARYNA MAMUTA, OLEKSANDR MAMUTA PERFORMANCE EVALUATION OF DUAL CHANNEL OPTOELECTRONIC SURVEILLANCE SYSTEM WITH NEURAL NETWORK INFORMATION FUSION	229
SERHII BOYKO, VADIM SHCHOKIN, SVIATOSLAV VYSHNEVSKY, OLEKSANDER DANILIN, N. PODGORNYYKH FORECASTING OF ELECTRICITY CONSUMPTION OF AVIATION ENTERPRISES DURING RECONFIGURATION OF THEIR POWER SUPPLY SYSTEM	233
OKSANA ZAKHARKEVICH, SVITLANA KULESHOVA, SERHII TKACHUK, SVITLATA LUKYANCHUK ANALYSIS OF PROSPECTS OF APPLICATION OF POLYMERIC MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF NUCLEAR PROTECTIVE CLOTHING	240
VICTOR STRELBITSKIY RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE MOVEMENT MECHANISM ON THE RESOURCE OF METAL STRUCTURES OF OVERHEAD CRANES OF SEAPORTS	249
IRYNA FINYK METHODS OF INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE IN BIOGAS REACTORS	254
OLEKSIY SHAMURATOV OBJECT CLUSTERIZATION METHOD IN PICTURES BASED ON FEATURE SELECTION	260
ANDRIY MELNYK SOFTWARE ARCHITECTURE FOR MATHEMATICAL MODELING BASED ON INTERVAL AND ONTOLOGICAL APPROACH..	265

ЯЛИНА О. О.

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0001-6001-6272>e-mail: olga.yalina12@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ІМПУЛЬСНОГО ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Автор досліджує режими роботи імпульсного гідравлічного приводу робочих органів сільськогосподарських машин, визначає, які у них переваги та недоліки, які є типи та конструкції імпульсних гідроприводів та як вони впливають на робочий процес.

Ключові слова: імпульсний гідропривід, гідроімпульс, вібропроцес, вібротрамбовка, клапан, відмова, регулятори, пульсатор, магістраль.

Olga YALYNA

Vinnytsia National Agrarian University

RESEARCH OF OPERATING MODES OF A PULSE HYDRAULIC DRIVE OF WORKING BODIES OF AGRICULTURAL MACHINERY

Hydraulic systems are used in almost all branches of agricultural machinery. They are widely used in production - for example, in foundry machines, presses, heavy manipulators, machine tools, works, molding machines for plastics. They play an important role in the operation of equipment designed for the mining and oil industry, in rescue equipment. And, of course, one of the widest areas of application for hydraulics is various kinds of special equipment: excavators and cranes, loaders, aerial platforms, agricultural, warehouse and many other types of machines.

The use of hydraulic systems is due to a number of obvious advantages. First of all, they provide the efficiency of moving heavy loads with fine adjustment. Hydraulic systems also have great flexibility to control large and small forces. Another important benefit is reliability: equipment can be protected from overloading with simple pressure relief valves. Compared to the tasks they solve, hydraulic systems are compact and economical.

The hydraulic system of any special equipment is a rather complex and precise mechanism. The performance of the machine largely depends on its ideal operation. An analysis of the development of modern foreign mobile machines, including earth-moving, leveling, lifting and transport, for the production of concrete work and soil compaction, agricultural and forestry machines, basic wheeled tractors, etc., revealed a trend towards a growing volumetric hydraulic drive. reciprocating and rotary motion.

The author examines the modes of operation of the pulse hydraulic drive of the working bodies of agricultural machines, determines what their advantages and disadvantages, what types and designs of pulse hydraulic drives and how they affect the work process.

Keywords: pulse hydraulic drive, hydraulic pulse, vibroprocess, vibratory rammer, valve, failure, regulators, pulsator, highway.

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Гідравлічні системи використовуються майже в усіх галузях промисловості. Вони широко поширені на виробництві, наприклад, в ливарних машинах, пресах, важких маніпуляторах, верстатах, роботах, формувальних машинах для пластмаси. Велику роль вони відіграють в роботі техніки, призначеної для гірничої та нафтовидобувної промисловості, рятувальному обладнанні. І, звісно, одна з найширших областей застосування гідравліки – це різного роду спецтехніка: екскаватори та підйомні крани, навантажувачі, автовишки, сільськогосподарські, складські та багато інших типів машин.

Останнім часом все більше застосування знаходить новий тип гідравлічного приводу, що характеризується наявністю гідроаккумуляторів у приводі та елементів їх розрядки (керованого по тиску) на робочу ланку, який умовно називається «гідроімпульсним». На відміну від відомого об'ємного гідроприводу з насосно-аккумуляторною станцією (НАС), де енергія в окремій дороговартісній установці накопичується на весь робочий цикл машини і передається технологічній машині, в гідроімпульсному приводі (ГІП) використовується одноходовий акумулятор, що накопичує енергію тільки на один робочий хід машини, причому автоматично повторюється передача цієї енергії робочому органу і здійснюється новим елементом управління клапаном-пульсатором [1].

Виклад основного матеріалу

ГІП має властивості об'ємного і (при певних параметрах) динамічного гідроприводів, передача потенційної енергії рідини в ньому здійснюється зміною обсягів його робочих камер, взаємодією струменя рідини з робочим органом машини або обома чинниками одночасно.

Зазначені машини з ГІП характеризуються підвищеною енергоємністю і значною швидкодією, що є обов'язковими для багатьох технологічних процесів.

Залежно від способу підключення і конструктивних особливостей клапана-пульсатора розрізняють дві основні принципові схеми ГІП (рис. 1). Принципова схема ГІП з трьох-ходовим двопозиційним клапаном-пульсатором 2 (рис. 1, а) використовується у вібропресах, вібротрамбовках та інших машинах з підвищеною енергією імпульсу, швидкохідністю та більш високою вимогою до ККД. Залежно від розрахункової величини енергії одного ходу плунжера 4 заряджається одноходовий акумулятор 5 від

напірної магістралі 1 до тиску p_1 , при якому клапан пульсатор 2 відкривається і забезпечує робочий хід плунжера 4 від акумулятора. У міру розрядки акумулятора 5 тиск в системі падає до p_2 , клапан-пульсатор 2 закривається, а порожнина циліндра з'єднується зі зливом, після чого під дією гідропружини 3 плунжер 4 повертається у вихідне положення. Конструкція машини може передбачати виконання корисної роботи в кінці зворотного ходу (випробувальні машини).

Принципова схема ГП, представлена на рис. 1, б, має більш простіший двоходовий клапан-пульсатор 2, встановлений в зливній лінії з порожнини циліндра плунжера робочої ланки 3. Рідина по напірній магістралі 1 подається безпосередньо в порожнину циліндра і переміщує робочу ланку 3 вгору. При тиску p_1 клапан-пульсатор 2 з'єднує магістраль 1 зі зливом. Повернення робочого органу у вихідне положення при відкритому клапані пульсатора відбувається під дією пружини 5 або ваги ударних частин робочої ланки 3. Тиск в системі падає, припиняється витрата зливу, і клапан-пульсатор 2 закривається.

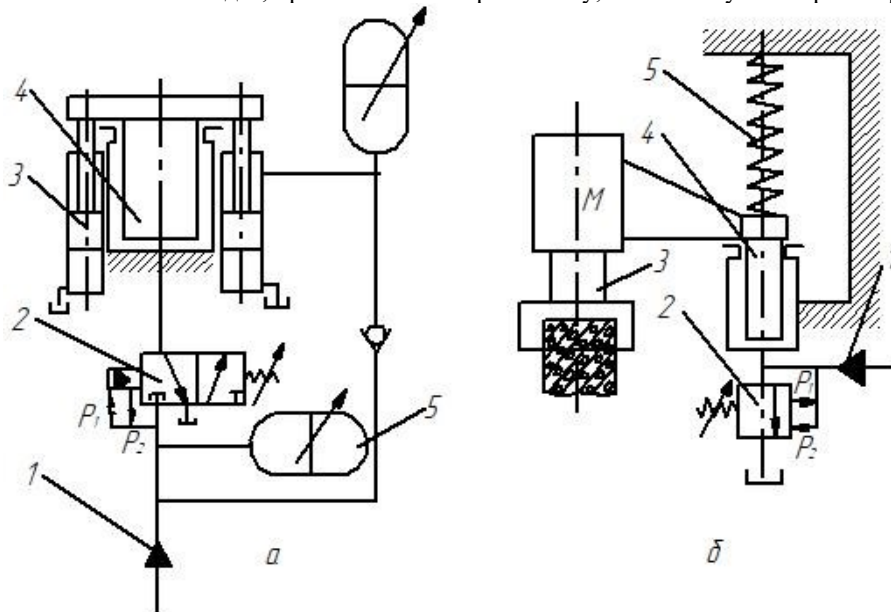


Рис. 1. Принципові схеми ГП, з трьох (а) і двоходовим (б) клапанами-пульсаторами

В даній схемі відсутній акумулятор в тому вигляді, в якому він зображений на рис. 1, а. Роль акумулятора енергії виконує пружина 5 (рис. 1, б) або висота положення ударних частин. Схема ГП, представлена на рис. 1, б, використовується в швидкохідних ковальсько-штампувальних молотах.

Найбільш наочно ілюструють роботу елементів розрядки найпростіші клапани-пульсатори. На рис. 2 представлені дво- і триходові двопозиційні клапани-пульсатори. При досягненні в системі тиску p_1 (рис. 2, а), що визначається зусиллям натяжки пружини $1P_{np} = p_1f$, кулька 2 зміститься вгору і на нього буде діяти сила $P_1 \square P_{np}$ ($P_1 = p_1F$). Сила, що діє на кульку 2, збільшиться від P_{np} до P_1 імпульсно і перемістить його вгору на величину, більшу розміру Δ , таким чином, що напірна магістраль з порожниною робочого циліндра з'єднуються зі зливом. Тиск в системі падає зі швидкістю, яка визначається умовним проходом клапана, і при досягненні величини p_2 настає рівновага $p_1f = p_2F$, коли будь-яке зменшення тиску нижче p_2 (зазвичай визначається втратами в зливній магістралі при зворотному ході робочого органу) викличе посадку кульки 2 на сидло під дією наслідку зусилля натяжки пружини 1.

Триходовий двопозиційний клапан-пульсатор (рис. 2, б) аналогічний за принципом дії двоходовому. При зарядці акумулятора 3 штовхач 2 переміщує золотник 1 до тих пір, поки не буде перекрито виточення С, а виточення Ц не з'єднується з виточенням Н. Одночасно порожнина А з'єднується з Н, що призведе до швидкого переключення золотника 1 в положення розрядки акумулятора на робочий циліндр (виточення Ц).

Акумулювання енергії в ГП здійснюється в пружинних і чисто гідравлічних акумуляторах. Принцип дії пружинних акумуляторів широко відомий. Чисто гідравлічні акумулятори застосовуються нечасто, і їх робота вимагає деякого пояснення, так як ґрунтується на стисливості рідини. Енергія, накопичена за рахунок стиснення рідини, визначається по відомій залежності [2]:

$$A = 0,5(p_1^2 - p_2^2)W_0\beta, \tag{1}$$

де p_1 – найбільший тиск в гідроакумуляторі; p_2 – тиск при закритому клапані-пульсаторі; W_0 – первинний об'єм порожнини гідроакумулятора; β – коефіцієнт стисливості рідини (при розрахунках приймається $\beta \approx const$ для тисків понад 3 МПа).

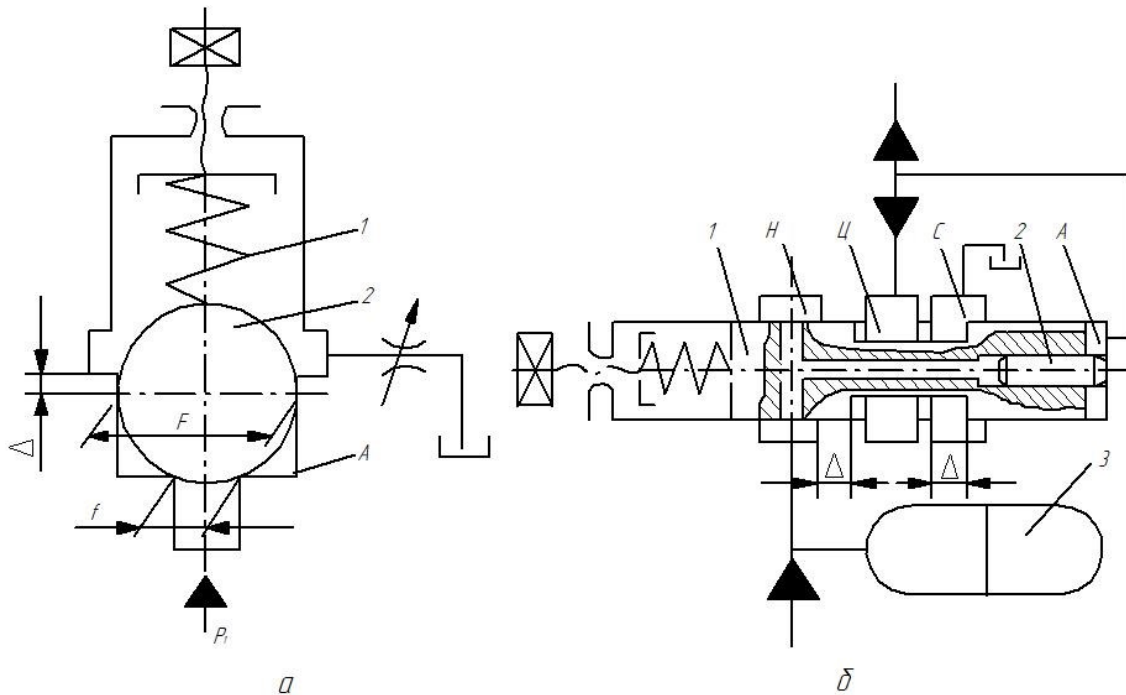


Рис. 2. Конструктивні схеми двох (а) і триходового (б) клапанів-пульсаторів

Миттєва потужність ГПП визначається часом вчинення одного робочого ходу t_p , а його мінімальне значення залежить від швидкодії клапана-пульсатора t_k ($t_k \leq t_p$). Величина середньої миттєвої потужності за один імпульс $N_{МГН}$, і час робочого ходу з достатнім ступенем точності для проектних розрахунків визначається із залежностей:

$$N_{МГН} = p_1^2 W_0 \beta / 2t_p \quad (2)$$

$$t_p = \sqrt{2mS_0 / p_{cp} F}, \quad (3)$$

де m – маса рухомої робочої ланки машини; робочий хід; p_{cp} – середній тиск за час циклу (приймається його середньоарифметичне значення) [3].

Гранична частота роботи таких приводів (відповідає числу подвійних ходів робочої ланки машини), наприклад для чисто гідравлічного акумулювання:

$$n = \frac{1}{t_u} = \frac{1}{2A_x f Q_n p_{cp} + t_k} \approx \frac{0,9 Q_n p_1}{2A_x} \quad (4)$$

де 0,9 – коефіцієнт, що враховує час спрацьовування клапана пульсатора; $Q_n = const$ – подача насоса; A_x – задана енергія одного робочого ходу. Експерименти показали достатню точність + (7-10%) при використанні залежності (4).

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Таким чином, для швидкодіючих машин, які споживають значну миттєву потужність, досить ефективний і простий в експлуатації і виготовленні імпульсний гідропривід з одно-ходовим акумулятором і клапаном-пульсатором дистанційного безступінчастого управління та автоматично повторюваними подвійними ходами робочої ланки. Успішно працюють у виробничих умовах приводи описаного типу з установочною потужністю до 30 кВт та миттєвою потужністю до 200 кВт при частоті імпульсів до 30 Гц. Лабораторно отримані частоти до 150 Гц з установочними потужностями 14 кВт.

Література

1. Руденко Т.В. об'ємний гідропривід [Електронний ресурс] / Руденко Т.В., Ковальчук Н.В., Ю.В. Кулешков. – Кіровоград : КНТУ, 2014. – Режим доступу : <https://core.ac.uk/download/pdf/158807339.pdf>
2. Кулінченко В. Р. Гідравліка, гідравлічні машини та гідропривід / В. Р. Кулінченко. – Київ : Фірма «ІНКOS», 2006. – 616 с.
3. Розрахунок об'ємного гідропривода подачі подрібнювача деревних відходів з автоповерненням при перевантаженні [Електронний ресурс] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Гідравлічні машини та гідроагрегати. – 2019. – Режим доступу : <http://gm.khpi.edu.ua/article/view/2411-3441.2019.1.05>.

References

1. Rudenko T.V. obiemnyi hidropriyvid [Elektronnyi resurs] / Rudenko T.V., Kovalchuk N.V., Yu.V. Kulieshkov. – Kirovohrad : KNTU, 2014. – Rezhym dostupu : <https://core.ac.uk/download/pdf/158807339.pdf>
2. Kulinchenko V. R. Hidravlika, hidravlichni mashyny ta hidropriyvid / V. R. Kulinchenko. – Kyiv : Firma «INKOS», 2006. – 616 s.
3. Rozrakhunok obiemnoho hidropriyvoda podachi podribniuvacha derevnykh vidkhdodiv z avtopovernenniam pry perevantazheni [Elektronnyi resurs] // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Serii: Hidravlichni mashyny ta hidroahrehaty. – 2019. – Rezhym dostupu : <http://gm.khpi.edu.ua/article/view/2411-3441.2019.1.05>.