



Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

**Machinery
Energetics
Transport
of Agribusiness**



ТЕХНІКА ЕНЕРГЕТИКА ТРАНСПОРТ АПК



*Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» /
Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2018. – 3 (102) – 116 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету
(протокол 9 від 19.04.2019 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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, Словаччина)

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

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

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

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

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

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

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

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

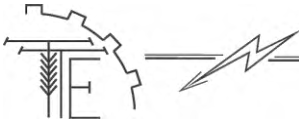
Гражина Езевська-Вітковська – д.т.н., проф.,
Люблінський аграрний університет (м. Люблін,
Польща)

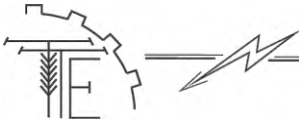
Відповідальний секретар редакції **Севостьянов І.В.** доктор технічних наук, професор

Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. 46–00–03

Сайт журналу: <http://tetapk.vsau.org/>

Електронна адреса: ivansev70@gmail.com

**ЗМІСТ****I. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ***Бабин І.А.***ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЮ ДЛЯ
ВИМІРЮВАННЯ ВАКУУМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЇ ПРОМИВКИ ДОЇЛЬНОЇ
УСТАНОВКИ.....5***Калетнік Г.М., Шаргородський С.А., Браніцький Ю.Ю.***РОЗРОБКА КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ПРИЧІПНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ ЗБИРАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ11***Руткевич В.С.***DEVELOPMENT OF MULCHERS BRANCH OF FRUIT TREES BETWEEN THE ROWS OF
AN INTENSIVE GARDEN22***Гулько І.В., Холодюк О.В., Кузьменко В.Ф.***ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ПРИ
ЗАГОТІВЛІ КУКУРУДЗЯНОГО СИЛОСУ28***Шимко Л.С., Шатров Р.В., Опалко В.Г., Солтисюк В.І.***ОБГРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА, ОБЛАДНАНОГО САМОСКІДНИМ
ЗЕРНОВИМ БУНКЕРОМ.....37****II. ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ***Погорілий С.П.***ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО АГРЕГАТУ НА
БАЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ШАСІ46***Труханська О.О.***ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....52****III. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ***Гулько І.В., Майборода Ю.В., Зозуляк І.А.***УНІВЕРСАЛЬНЕ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ПАСТЕРИЗАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ62****IV. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА***Гулько І.В., Кравець С.М., Служанюк М.О.***ГІДРАВЛІЧНІ ПРИВОДИ В СИСТЕМАХ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ.....70***Матвійчук В.А., Колісник М.А., Штуць А.А.***ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК
ПРИ ПРЯМОМУ ВИТИСКУВАННІ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....77***Островський А.Й.***ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ВИКОРИСТАННІ УНІВЕРСАЛЬНО-ЗБІРНИХ
ПРИСТОСУВАНЬ.....85****V. ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ***Гулько І.В., Галуцак О.О., Бурлака С.А.***ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ90**



VI. ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

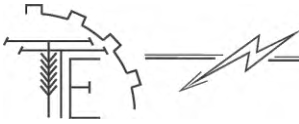
Стаднік М.І., Видмиш А.А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКУ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ.....98

VII. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Козлов Л.Г., Коріненко М.П., Пилявець В.Г.

**ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЯТОРІВ НА СТІЙКІСТЬ ТА ДИНАМІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАТРОННОЇ ГІДРОСИСТЕМИ.....105**



УДК 631.311.7:633.9:674.8

РОЗРОБКА КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ПРИЧІПНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ

Калетнік Григорій Миколайович, д.е.н., професор,
президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»

Шаргородський Сергій Анатолійович, к.т.н., доцент
Вінницький національний аграрний університет

Браніцький Юрій Юрійович, директор
Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

H. Kaletnik, Doctor of Economic Sciences, Professor,
President of the All-Ukrainian Scientific and Training Consortium

S. Shargorodskiy, PhD, Associate Professor
Vinnitsia National Agrarian University

J. Branitskiy, Director

Uladovo-Lyulnets experimental and breeding station. Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet.
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine

Енергонезалежність, енергоефективність, забезпечення виробництва та населення енергоносіями є одним з основних питань національної безпеки кожної держави. Як зазначається у Національному плані дій з відновлюваної енергетики, Україна є енергодефіцитною державою. Найбільш перспективною галуззю енергетики, яка спроможна забезпечити потреби промисловості та населення в Україні має галузь біоенергетики. Це обумовлено особливостями клімату, розвиненим сільськогосподарським виробництвом і наявністю необхідної робочої сили. Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають рідкі та тверді види біопалива першого покоління, сировиною яких є біомаса з традиційних сільськогосподарських культур, відходів деревообробної галузі та швидкоростучі енергетичні культури.

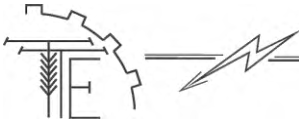
Публікація присвячена питанням розробки кінематичної схеми причіпної машини для збирання енергетичної верби. Проведено аналіз конструкцій існуючих машин для збирання енергетичної верби від провідних світових виробників. Характерною особливістю даних машин є наявність спеціалізованого обладнання для збирання енергетичних культур. Дане обладнання агрегується виключно із спеціальними комбайнами і розраховані для збирання енергетичних культур на плантаціях закладених по агротехнологічним вимогам що діють у країнах ЄС. В Україні діють агротехнічні вимоги по вирощуванню енергетичних культур, які децю відрізняються, тому питання розробки вітчизняного універсального причіпного комбайна для збирання енергетичної верби є актуальним. Запропонована кінематична схема причіпного комбайна для збирання енергетичної верби. Особливістю даної кінематичної схеми є застосування гідравлічного привода робочих органів. Гідравлічний привод складається із насосної станції змінної продуктивності, гідравлічних розподільників, чутливих до навантаження та чотирьох гідромоторів. Застосування даного привода дозволяє спростити компоновку машини та забезпечити ефективний привод

Ключові слова: причіпний комбайн, енергетична верба, кінематична схема, гідравлічний привод.

Рис.10. Літ. 12

1. Постановка проблеми

Питання енергонезалежності, енергоефективності, забезпечення виробництва та населення енергоносіями є досить актуальним. Як зазначено у [1], Україна є енергодефіцитною країною. Водночас енергоємність вітчизняної економіки в 3-4 рази перевищує відповідні показники економічно розвинутих країн, що робить Україну надзвичайно чутливою до умов імпортування природного газу та унеможливає гарантування нормальних умов життєдіяльності громадян та установ бюджетної сфери, тому використання відновлюваних джерел енергії є одним із найбільш важливих напрямів енергетичної політики України, спрямованої на заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів.



За даними Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук, річний технічно досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії в Україні, досягає 68,6 млн. тон нафтового еквіваленту, що становить близько 50 відсотків загального енергоспоживання в Україні. Основними напрямками використання відновлюваних джерел енергії в Україні є: вітрова енергія, сонячна енергія, енергія річок, енергія біомаси, геотермальна енергія, енергія навколишнього природного середовища з використанням теплових насосів.

Галузь біоенергетики в Україні має найбільший потенціал розвитку. Це обумовлено особливостями клімату, потенціалом аграрного сектору і наявністю необхідної робочої сили. Найбільший енергетичний потенціал в Україні мають такі види біомаси як сільськогосподарські культури, відходи деревини, рідкі види палива з біомаси, біологічна складова твердих побутових відходів, біогаз. За різними оцінками потенційна встановлена потужність у сегменті біоенергетики становить 15 ГВт 2.

Відповідно до закону України «Про альтернативні види палива» 3, основними принципами державної політики у сфері альтернативних видів палива є:

- сприяння розробці та раціональному використанню нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини для виробництва (видобутку) альтернативних видів палива з метою економії паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту;
- підтримка розвитку науково-технічної бази виробництва альтернативних видів палива, пропаганда науково-технічних досягнень у цій сфері.

Одним із перспективних напрямів альтернативної енергетики є вирощування біомаси на плантаціях енергетичних деревних порід, що зумовлено їх здатністю до легкого відновлення надземної частини після її зрізання. Такі сорти деревних порід отримали назву швидкорослих, до них відносять вербу, тополь, міскантус, евкаліпт та інші листяні сорти. Поштовхом до розвитку цього напрямку енергетики стало загострення світової енергетичної кризи.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Помірний вологий клімат та м'який температурний режим створюють сприятливі умови для вирощування енергетичної верби на Україні. Групою вчених, що працюють у Всеукраїнському науково-навчальному консорціумі, а саме Роїком М.В., Фучилом Я.Д., Пирікіним В.І., та інш. 4 був проведений аналіз і виконані дослідження умов і засобів вирощування енергетичних культур. У результаті була запропонована технологія садіння плантацій енергетичної верби, що враховує переваги, недоліки закордонних схем, ґрунтово-кліматичні умови України та особливості системи машин, характерної для вітчизняного сільського господарства.

Як відзначають автори 4, вирощування енергетичної верби доцільно проводити на малопродуктивних землях, на вироблених торфовищах, рекультивованих ґрунтах.

Для збирання врожаю енергетичної верби застосовують низку кормозбиральних комбайнів оснащених спеціальними адаптерами, комбайни для заготівлі цукрової тростини або збиральні машини, що агрегатуються із тракторами **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

У випадку збирання енергетичної верби у промислових масштабах, закордонні виробники віддають перевагу самохідним комбайнам **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, тому значного поширення набули адаптери та модифікації жаток до кормозбиральних комбайнів. Найбільш поширеними представниками цього класу машин є адаптер HS1 з двома дисковими пилами до комбайна Claas Jaguar 695, та адаптер HS2, які агрегатуються із Claas Jaguar 900 розроблені компанією Claas представлені на рис. 1. Характерною особливістю HS2 є активні гвинтові конвеєри та направляючі пальцьовими роторами (рис. 1). Цей адаптер оснащено маніпулятором з гідравлічним регулюванням кута нахилу. Він відповідає за нахил вербових пагонів, що полегшує різання і потік матеріалу різання до машини подрібнення. Тонкі пагони верби, що виходять за основні ряди, збиваються двома бічними гвинтовими конвеєрами. Рослини зрізають на висоті близько 50-100 мм над поверхнею землі за допомогою двох циркуляційних пил з ріжучими зубцями зі твердосплавними напайками. Матеріал подрібнюється стандартною котушкою ріжучого агрегату Jaguar на щепу довжиною до 60 мм. Максимальний діаметр стовбура верби, яку можна розрізати та подрібнити, становить 70 мм. Залежно від умов роботи, типу поля та діаметра стебла максимальна потужність машини становить 70 т/год.

Комбайн, що обладнаний даним адаптером HS2 може одночасно збирати два ідентичних ряди рослин у смузі з міжряддям – 0,75 м, а між послідовними смугами – 1,5 м.



Рис. 1. Комбайн Claas Jaguar з адаптером HS2

Недоліком даної машини є те, що її неможливо застосувати на плантаціях, що закладались без врахування технологічних можливостей комбайна.

Компанією Corrice Resources Ltd. (CRL) було розроблено адаптер CRL що показаний на рис.2. Даний адаптер оснащено двома дисковими пилами та спіральним пристроєм для нахилу рослин, і може агрегатуватись із комбайнами Claas, Case New Holland, John Deere, Corone.



**Рис. 2. Комбайн New Holland FR 9000:
а – з адаптером CRL, б – з адаптером 130FB SRC Woody Crop Header**

У адаптері CRL для нахилу пагонів використовується спіральний пристрій, що полегшує переміщення пагонів у центр збирання. Даний адаптер набув більшого поширення, ніж HS2.

Відомий також адаптер фірми Krone, що агрегується із комбайном Krone BIG X V8. Даний адаптер Woodcut 750 оснащений двома дисковими пилами діаметром 750 мм, і двома ребристими вертикальними барабанами (рис .3) [7, 8]. Наступну модифікацію адаптера - Woodcut 1500 оснащено однією циркулярною пилою діаметром 1500 мм і двома ребристими вертикальними барабанами (рис. 3) [7, 8].

Адаптер New Holland 130 FB (рис. 4), що агрегується із кормозбиральним комбайном New Holland FR9050 [7, 8] комплектується двома зрізувально-подавальними барабанами, які складаються з дискових ножів, чотирилопатевих барабанів та захоплювального диска з С-подібними зубами.

Лопаті барабана виготовлені у формі прямокутних зубових пластин з прикріпленими до них пальцями. В нижній частині лопаті мають видовжену трапецієподібну пластину [9, 10]. Продуктивність комбайну складає 1,7 – 2,5 га/год, або 70 - 120 т/год. Він може збирати та

подрібнювати вербові пагони до 15 см в діаметрі. Може працювати на одному або двох рядках одночасно з міжряддям 0,75 м. Довжина різання регулюється в межах від 6 до 66 мм [9, 10].



Рис. 3. Самохідна різальна машина Krone Big X із адаптером: а – Woodcut 750, б – Woodcut 1500

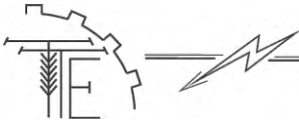


Рис. 4. Адаптер New Holland 130 FB

Іншою машиною, що використовується для збирання врожаю енергетичної верби, є Austoft 7700 (рис. 5), який у базовій версії призначений для збирання цукрової тростини 9, 10. Його модифікація полягала у заміні 5-лопатевих дискових ножів циркуляційними пилами, видаленні ріжучого пристрою для верхівок цукрового очерету та у переробці каналу вивантаження. Це самохідна машина вагою близько 12,5 тон, оснащена гусеничним шасі, що знижує тиск на ґрунт. Ножовий блок обладнаний двома круглими пилами діаметром 600 мм, які перекривають одна одну шириною 50 мм. Ця безповоротна система дозволяє одночасно обрізати два ряди рослин з шириною міжрядь 0,75 м. Висота різання необмежено регулюється оператором. Два активних сепаратора передбачені для відокремлення та керування зрізаними рослинами і для направлення біомаси на інші робочі групи машини.



Рис. 5. Комбайн Austoft 7700



Серед причіпних комбайнів досить значного поширення набули комбайни фірми Schmidt/Jenz GmbH. Ріжучими елементами даного комбайну моделі GMHT 140 (рис. 6) є дві дискові пили. Під час збору врожаю пагони нагинаються за допомогою маніпулятора, а потім зрізаються двома дисковими пилами.



Рис. 6. Причіпний комбайн GMHT 140

Машина побудована для збирання врожаю верби, що вирощується смугами, з міжряддями між рядків у смугах 0,75м. Має вагу близько 3,5 т і має регулятор рівня різання з двома опорними колесами, що регулюються за допомогою гідروпривода. Довжина подрібнених пагонів становить до 70 мм. Розмір щепи можна змінювати, регулюючи швидкість подачі. Якісний зріз забезпечує оптимальне повторне зростання пагонів.

Причіпний комбайн Bezrządowa 11, виробництва Sipma SA представлений на рис. 7. Дана машина обладнана двома дисковими пилами, діаметром 500 мм або 650 мм, в залежності від модифікації конструкції та підбирально-підіймальним пристроєм, який теж доступний у двох модифікаціях, перший варіант – адаптер з гвинтовими направляючими, інший – адаптер з пружними пальцями.

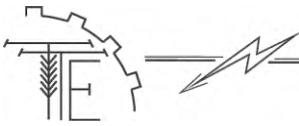


Рис. 7. Причіпний комбайн Bezrządowa

Машина також має маніпулятор для нахилу рослин. Базова машина оснащена барабанним подрібнювачем, що дозволяє різати стебла діаметром до 70 мм на щепу розміром 20-60 мм.

В процесі аналізу конструкцій та компоновок техніки, що використовується для збирання енергетичної верби у сільському господарстві виявлено низку недоліків. Нами виділено такі основні з них:

1. Ріжучий апарат наведених вище машин має схожу конструкцію і складається і двох дискових пил діаметром від 600 до 800 мм.



2. Високі закупівельні ціни та амортизаційні відрахування як при використанні комбайнів з спеціально призначеними адаптерами, так і при використанні наявного начіпного обладнання, що зменшує економічну ефективність вирощування енергетичної верби.

3. Необхідність закладання плантацій згідно технологічних вимог і особливостей комбайнів.

4. Для зменшення витрат при збиранні енергетичної верби (зменшення витрат на транспортування комбайнів) виникає необхідність закладання плантацій недалеко одна від одної, що не завжди є доцільним, адже для вирощування енергетичних культур застосовуються землі не сільськогосподарського призначення.

5. Розміри отриманої при збиранні комбайнами щепи не задовольняють умови її зберігання. Виникає потреба у додатковому сушінні біомаси одразу після збирання.

6. Обмеження режимів роботи комбайнів на різних рельєфах полів.

7. Агротехнологічні відмінності. Використання комбайнів або начіпного обладнання, розрахованого на міжряддя 0,75 м на плантаціях з міжряддями 0,7 м (що відповідає вітчизняним агротехнологічним вимогам) може призвести до часткового ручного зрізання кожного третього рядка.

У наявних машинах для збирання енергетичної верби не передбачено особливостей конструкції, призначених для виконання процесу розпушування поверхні зрізу стебла, що необхідний для якісного формування куща та подальшого приросту біомаси.

3. Мета дослідження

Метою роботи є розробка кінематичної схеми причіпної машини для збирання енергетичної верби яка б відповідала діючим агротехнічним вимогам із врахуванням недоліків машин які випускаються у даний час.

Для реалізації даної мети необхідно розв'язати ряд задач:

- розробити декілька варіантів кінематичних схем причіпних комбайнів для збирання енергетичної верби;
- обрати оптимальну кінематичну схему;
- визначитись із типом приводу активних робочих органів машини.

4. Основні результати дослідження

Питання виробництва причіпних комбайнів для збирання і первинної переробки енергетичної верби є досить актуальним на сьогодні. Модель причіпного комбайна, розробленого Т. Trzepieciński показано на рис. 8 12.

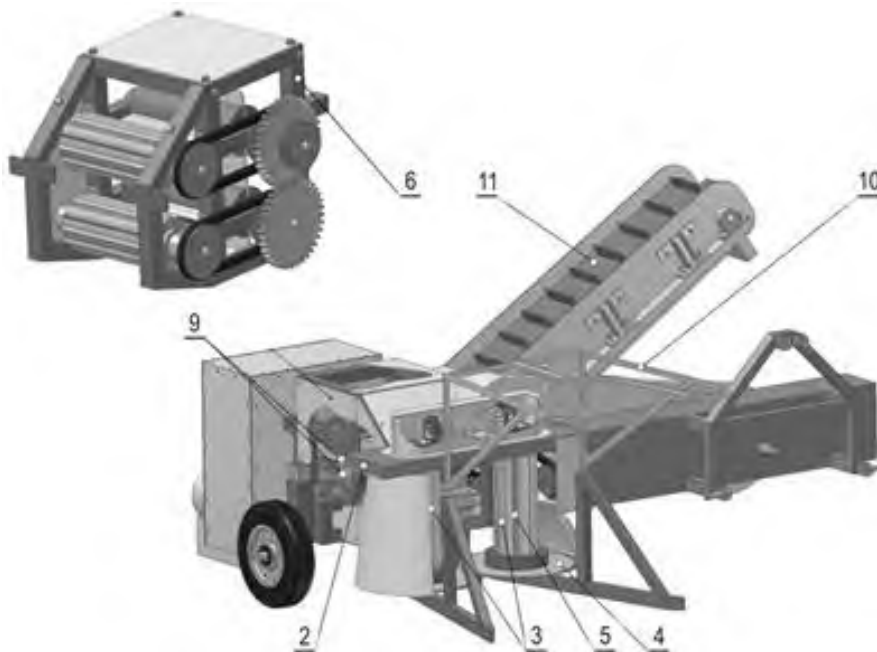
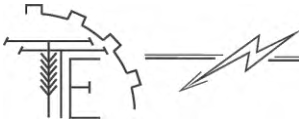


Рис. 8. Тривимірний агрегат для збирання енергетичної верби



Даний агрегат побудований за класичною схемою і складається із рами (2), підхоплювачів (3,5), двох дискових пил (4), подрібнюючого апарата (6), рами (10) та транспортера 11. Привід активних робочих органів здійснюється за допомогою клинопасових, зубчатих та ланцюгових передач від валу відбору потужності трактора. Застосування даного виду приводу робочих органів накладає певні обмеження на конструкцію машини. Перевагою даної машин є застосування ножового апарату подрібнювача, що показаний на рис. 9.

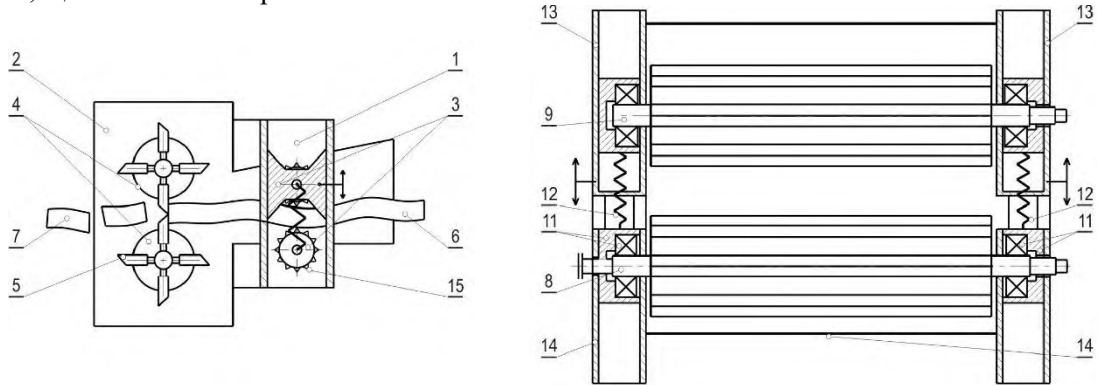


Рис. 9. Подрібнюючий апарат агрегату для збирання енергетичної верби

Як відмічають автори [12], даний подрібнюючий апарат забезпечує якісне подрібнення, має широкі діапазони регулювання. Недоліком даної конструкції є те, що швидкість обертання дискових пил жорстко пов'язана із швидкістю руху комбайна по поверхні поля, що не завжди є прийнятним, тому як відмічають автори, найбільш доцільно буде застосувати гідравлічний привод для приведення у рух робочих органів комбайна.

Слід відзначити що комбайн даної конструкції є ефективним для малих фермерських господарств, завдяки своїй простоті, легкості у обслуговуванні та ремонті. Недоліком даної машини є відсутність розпушувача зрізу.

Застосування гідравлічного приводу дасть змогу спростити конструкцію та компоновку машини. Кінематична схема удосконаленої машини представлена на рис. 10.

Ріжучий апарат даної машини складається із двох дискових пил 1., приведення у рух яких відбувається за допомогою конічного редуктора 3 від гідравлічного двигуна M_1 . Приведення в рух валу розпушувача зрізу відбувається за допомогою гідромотора M_2 . Подрібнюючий апарат 5, що складається із двох ножових валів та двох валків, приводиться до руху гідромотором M_3 . Приведення у рух транспортера 6 здійснюється гідромотором M_4 . Гідромотори M_1 , M_2 , M_3 , M_4 живляться від секційного розподільника Р чутливого до навантаження, робоча рідина до якого надходить від насосної станції Н. Насосна станція Н обладнана насосом змінної подачі, величина якої змінюється в залежності від навантаження на гідромоторах.

Застосування даної гідравлічної апаратури дасть змогу ефективно розподіляти енергію між споживачами, забезпечуючи оптимальні режими роботи комбайна.

5. Висновки

Як показує огляд літературних джерел, питання використання відновлювальних джерел енергії є актуальним не тільки для нашої країни а й для інших країн Європи. Відома велика кількість приставок до комбайнів для збирання енергетичної верби. Їх конструкції дещо схожі, але не відповідають вітчизняним агротехнічним вимогам, мають велику вартість і агрегуються виключно із комбайнами виробників приставок, що для малих фермерських господарств є невигідно, тому розробка вітчизняного комбайна, що може агрегуватись із тракторами найнижчих тягових класів є актуальною задачею.

За результатами проведеного аналізу машин, які використовуються в технологічних процесах збирання енергетичної верби, була розроблена кінематична схема комбайна із гідравлічним приводом робочих органів. Особливістю даного гідравлічного приводу є наявність розподільвача потоку чутливого до навантаження робочих органів, що дозволяє розподіляти необхідну потужність між споживачами енергії.

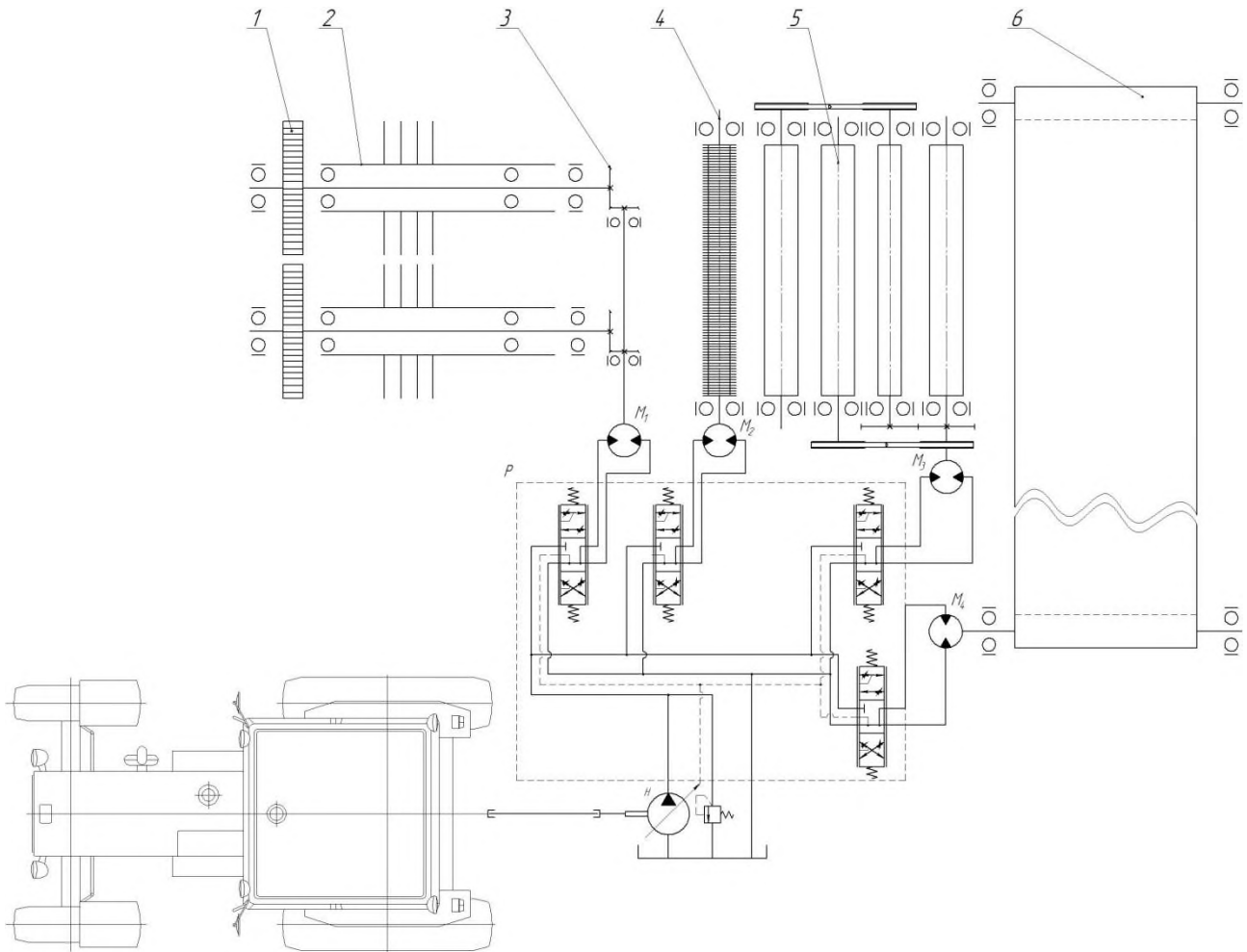
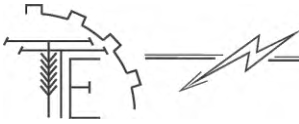


Рис. 10. Гідрокінематична схема удосконаленої машини для збирання енергетичної верби

Список використаних джерел

1. Про Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року: розпорядження Кабінету Міністрів України від 1 жовтня 2014 р. № 902-р.// Офіційний вісник України, 2014 р. - № 81. – С. 22 – 98.
2. Калетнік Г. М. Біопалива: ефективність їх виробництва та споживання в АПК України. Навч. Посібник / Калетнік Г. М., Пришляк В. М. – К: Аграрна наука, 2010. – 327 с
3. Про альтернативні види палива: Закон України від 01.11.2016 р. №1713-VIII (1391-17) // Відомості Верховної Ради України, 2016. - №51. – С. 834.
4. Сінченко В. М. Енергетична верба: технологія вирощування та використання [Текст]: монографія / В. М. Сінченко, М. В. Роїк, Я. Д. Фучило та ін. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 340 с.
5. Мазур В. А. Засоби механізації процесу збирання та подрібнення біоенергетичних культур / В. А. Мазур, М. В. Любін, О. А. Токарчук, Ю. Ю. Браніцький // Техніка, енергетика, транспорт АПК, 2017. - № 2(97). – С. 129 – 134.
6. Браніцький Ю. Ю. Розробка програмного алгоритму розрахунку кінематичних параметрів робочих органів віяльно-калібрувальної машини / Ю. Ю. Браніцький, І. М. Купчук // Вібрації в техніці та технологіях, 2018. - №2(89). – С. 80 – 87.
7. Heinrich B. Erst überlegen, dann investieren / B. Heinrich. [Electronic resource]: KWF-Marktübersicht zu Erntetechnik für Kurzumtriebsplantagen. Mode of access: WWW. URL: http://www.kwf-online.org/fileadmin/dokumente/Bioenergie/Dokumente/Kup-Ernter_2011.pdf .
8. Hofmann M. Energieholz produktion in der Landwirtschaft [Text] / M. Hofmann // Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) – Rostock, 2010. – 44 p.



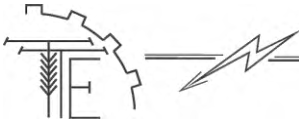
9. New Holland Kup Vorsatz 130 FB [Electronic resource]. Mode of access: WWW. URL: https://www.landwirt.com/berichtdiashow/Agrotechnica_News_Traktoren_Erntetechnik_2009,22,NEW-HOLLAND-KUP-Vorsatz-130-FB.html .
10. Пат. 5077963 США. МКИ А01 D45/00/. Vine orop harvester / Harrison E. James, Harrison Shawn, Harrison Harvester.
11. Dubas J. W. Możliwości i ograniczenia produkcji biomasy pochodzącej z roślin energetycznych z przeznaczeniem jej na cele energetyczne / Jan Wiesław Dubas. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.iso-tech.home.pl/biomasa/pliki/Artykul_drDubas.pdf .
12. Trzepieciński T. Development of Harvesting Machines for Willow Small-Sizes Plantations in East-Central Europe/ Tomasz Trzepieciński, Feliks Stachowicz, Witold Niemiec, Leszek Kępa, Marek Dziurka// Preliminary note. Croat. j. for. eng. 37 (2016) 1. – p.185 – 199.

References

- [1] *Pro Natsionalnyi plan dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2020 roku [On the National Action Plan for Renewable Energy for the Period till 2020]: rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 1 zhovtnia. (2014). № 902-r. Ofitsiyni visnyk Ukrainy [in Ukrainian].*
- [2] Kaletnik, H. (2008) *Rozvytok rynku biopalyv v Ukraini [Development of Biofuels Market in Ukraine]: Monohrafiia. Kyiv : Ahrarna nauka [in Ukrainian].*
- [3] *Pro alternatyvni vydy palyva [On alternative fuels]: Zakon Ukrainy vid 01.11.2016. №1713-VIII (1391-17) (2016). Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy [in Ukrainian].*
- [4] Sinchenko, V. M., Roik, M. V., Fuchylo, Ya. D. (2015). *Enerhetychna verba: tekhnolohiia vyroshchuvannia ta vykorystannia: monohrafiia. [Energy Willow: Technology of Growing and Using]. Vinnytsia: TOV «Nilan-LTD» [in Ukrainian].*
- [5] Mazur, V., Lyubin, M., Tokarchuk, O., Branicz`ky`j, Y. (2017) *Zasoby` mexanizaciyi procesu zby`rannya ta podribnennya bioenergety`chny`x kul`tur [Means of mechanization of the process of harvesting and crushing of bioenergy crops], 2(97), 129 – 134, Texnika, energety`ka, transport АПК [in Ukrainian].*
- [6] Branicz`ky`j, Y., Kupchuk, I. (2018) *Rozrobka programnogo algory`tmu rozraxunku kinematy`chny`x parametriv robochy`x organiv viyal`no-kalibruval`noyi mashy`ny` [Development of software algorithm for calculating the kinematic parameters of working bodies of a vibrating-calibrating machine], 2(89), 80 – 87, Vibraciyi v texnici ta texnologiyax [in Ukrainian].*
- [7] Heinrich, B. (2011) Erst überlegen, dann investieren: KWF-Marktübersicht zu Erntetechnik für Kurzumtriebsplantagen. – Retrieved from: http://www.kwf-online.org/fileadmin/dokumente/Bioenergie/Dokumente/Kup-Ernter_2011.pdf.
- [8] Hofmann, M. (2010) Energieholz produktion in der Landwirtschaft. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). Rostock.
- [9] New Holland Kup Vorsatz 130 FB. (2016). – Retrieved from https://www.landwirt.com/berichtdiashow/Agrotechnica_News_Traktoren_Erntetechnik_2009,22,NEW-HOLLAND-KUP-Vorsatz-130-FB.html .
- [10] Harrison, E. J., Harrison, S. (1992). Vine orop harvester. MKY A01 D45/00/ Pat. 5077963 SShA.
- [11] Dubas, J. W. (2010) Możliwości i ograniczenia produkcji biomasy pochodzącej z roślin energetycznych z przeznaczeniem jej na cele energetyczne. – Retrieved from: http://www.iso-tech.home.pl/biomasa/pliki/Artykul_drDubas.pdf.
- [12] Trzepieciński, T., Stachowicz, F., Niemiec, W., Kępa, L., Dziurka, M. (2016). Development of Harvesting Machines for Willow Small-Sizes Plantations in East-Central Europe. Preliminary note, 37, 185 – 199.

РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИЦЕПНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ УБОРКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ВЕРБЫ

Энергонезависимость, энергоэффективность, обеспечение производства и населения энергоносителями является одним из основных вопросов национальной безопасности любого государства. Как отмечается в Национальном плане действий по возобновляемой энергетике, Украина является энергодефицитным государством. Наиболее перспективной областью энергетики, которая способна обеспечить потребности промышленности и населения в Украине является область биоэнергетики. Это обусловлено особенностями климата, развитым



сельскохозяйственным производством и наличием необходимой рабочей силы. Самый большой энергетический потенциал в Украине имеют жидкие и твердые виды биотоплива первого поколения, сырьем которых является биомасса из традиционных сельскохозяйственных культур, отходов деревообрабатывающей области и скорорастущие энергетические культуры.

Публикация посвящена вопросам разработки кинематической схемы прицепной машины для собирания энергетической вербы. Проведен анализ конструкций существующих машин для собирания энергетической вербы от ведущих мировых производителей. Характерной особенностью данных машин является наличие специализированного оборудования для собирания энергетических культур. Данное оборудование агрегатируется исключительно со специальными комбайнами и рассчитано для уборки энергетических культур на плантациях заложенных по агротехнологическим требованиям что действуют в странах ЕС. В Украине действуют агротехнические требования по возделыванию энергетических культур, которые несколько отличаются, поэтому вопрос разработки отечественного универсального прицепа комбайна для собирания энергетической вербы является актуальным. Предложена кинематическая схема прицепа комбайна для собирания энергетической вербы. Особенностью данной кинематической схемы есть применение гидравлического привода рабочих органов. Гидравлический привод состоит из насосной станции сменной производительности, гидравлических распределителей, чувствительных к нагрузке и четырех гидромоторов. Применение данного привода позволяет упростить компоновку машины и обеспечить эффективный привод рабочих органов.

Ключевые слова: прицепной комбайн, энергетическая верба, кинематическая схема, гидравлический привод.

Рис.10. Лит. 12.

DEVELOPMENT OF A KINEMATIC SCHEME OF A TRAILED COMBINE FOR COLLECTING ENERGY WILLOWS

For today the question of non-volatility, energy efficiency, ensuring production and the population with energy carriers is quite relevant. The field of bio-energetics in Ukraine has the most high potential of development. It is caused by features of climate, capacity of the agrarian sector and presence of necessary labor. The most high energy potential in Ukraine such types of biomass as crops, waste have trees, liquid types of fuel from biomass, a biological component of municipal solid waste, biogas.

The publication is devoted to questions of development of the kinematic scheme of the hook-on car for collecting of a power willow. The analysis of designs of the existing cars for collecting of a power willow from the leading global manufacturers is carried out. Characteristic of these cars is existence of specialized prefixes for collecting of power cultures. These prefixes are aggregated only with the corresponding combines and calculated for collecting of power cultures on the plantations put according to agroproduction requirements that work in EU countries. In Ukraine agrotechnical requirements for cultivation of power cultures which differ from European a little work. Therefore the question of development of the domestic universal hook-on combine for collecting of a power willow is relevant. The kinematic scheme of the hook-on combine for collecting of a power willow is offered. Use of the hydraulic drive of working bodies is feature of this kinematic scheme. The hydraulic drive consists of the pump station of replaceable productivity, hydraulic distributors sensitive to loading and four hydraulic motors. Use of this drive allows to simplify configuration of the car and to provide efficiency of the car.

Keywords: hook-on combine, power willow, kinematic scheme, hydraulic drive.

Fig. 10. Ref. 12.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Калетнік Григорій Миколайович – доктор економічних наук, професор, академік Національної академії аграрних наук, президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна).

Шаргородський Сергій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Машин та обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: sergey20@vsau.vin.ua).

Браніцький Юрій Юрійович – директор Уладово-Люлінецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України



(вул. Семноловська, 15, с. Уладівське, Калинівський район, Вінницька область, Україна, e-mail: branits'kyi@vsau.vin.ua).

Калетник Григорій Николаевич – доктор економічних наук, професор, академик Національної академії аграрних наук України, президент НУПК «Всеукраїнський научно-учебний консорціум» (ул. Солнечная, 3, г. Вінниця, 21008, Україна).

Шаргородський Сергей Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Машини і обладнання сільськогосподарського виробництва» Вінницького національного аграрного університету (ул. Солнечная, 3, г. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: sergey20@vsau.vin.ua).

Браницкий Юрий Юрьевич – директор Уладово-Люлинецької опытнo-селекційної станції Інститута біоенергетических культур і сахарної свеклы Національної академії аграрних наук (ул. Семноловская, 15, с. Уладівське, Калиновський район, Вінницька область, Україна, e-mail: branits'kyi@vsau.vin.ua).

Kaletnik Hryhorij – Doctor of Economics, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences, President of the All-Ukrainian Scientific and Training Consortium (3, Solnychna str., Vinnytsia, Ukraine, 21008).

Shargorodskiy Sergey – PhD, Associate Professor of the Department "Machinery and Equipment of Agricultural Production" of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnychna str., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: sergey20@vsau.vin.ua).

Branitskiy Yuriy – Head of the Uladovo-Lyulinetsky Research and Selection Station at the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet at the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (15 Semnolovskaya Str., Uladivske Village, Kalinovsky District, Vinnytsia Region, Ukraine, e-mail: branits'kyi@vsau.vin.ua).