

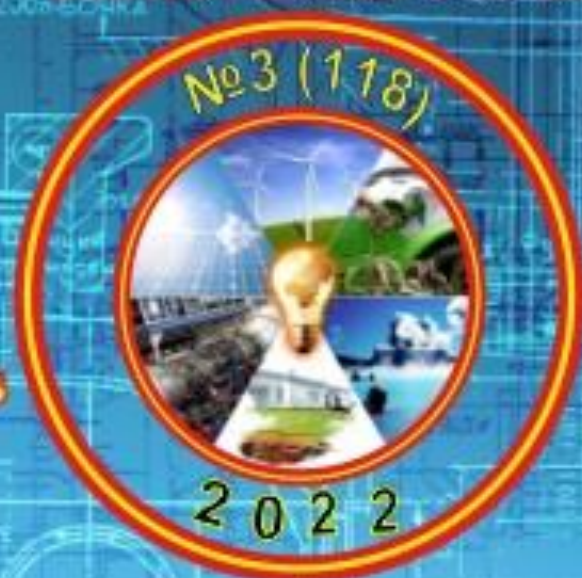


Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

DOI: 10.37128/2520-6168-2022-3



**Machinery
Energetics
Transport
of Agribusiness**

**ТЕХНІКА
ЕНЕРГЕТИКА
ТРАНСПОРТ АПК**



Всеукраїнський науково-технічний журнал

**ТЕХНІКА,
ЕНЕРГЕТИКА,
ТРАНСПОРТ АПК**

№ 3 (118) / 2022

м. Вінниця - 2022

**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: Токарчук О.А. (головний редактор) та інші. Вінниця, 2022. № 3 (118). С. 133.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 9 від 23.12.2022 р.)

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

Журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» включено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України від 02.07.2020 року №886);

- присвоєно ідентифікатор цифрового об'єкта (Digital Object Identifier – DOI);

- індексується в CrossRef, Google Scholar;

- індексується в міжнародній наукометричній базі [Index Copernicus Value](#) з 2018 року.

Головний редактор

Токарчук О.А. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

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

Відповідальний секретар

Полєвода Ю.А. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

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

Севостьянов І.В. – д.т.н., професор, Вінницький національний аграрний університет

Граняк В.Ф. – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

Спірін А.В. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Іванчук Я.В. – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет

Твердохліб І.В. – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

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

Цуркан О.В. – д.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Купчук І.М. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Яронуд В.М. – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Йордан Максимов – д.т.н., професор Технічного університету Габрово (Болгарія)

Відповідальний секретар редакції **Полєвода Ю.А.** – к.т.н., доцент, Вінницький національний аграрний університет
Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет, тел. (0432) 46–00–03

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

Електронна адреса: pophv@ukr.net



ЗМІСТ

I. АГРОІНЖЕНЕРІЯ

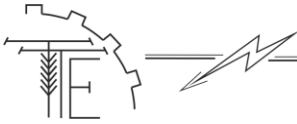
*Анісімов В.Ф., Єленич А.П.***КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ ІНОЗЕМНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА..... 5***Olena Trukhanska***INNOVATIVE APPROACHES AND METHODS OF INCREASING THE TECHNICAL LEVEL MACHINES AND UNITS..... 15***Солона О.В.***ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ..... 19***Serhiy Burlaka***DIESEL FUEL WAYS AND THEIR ELIMINATION METHODS..... 26**

II. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

*Веселовська Н.Р., Паладійчук Ю.Б., Телятник І.А.***ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ПОВЕРХНІ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ДЕТАЛІ ПРИ ДЕФОРМАЦІЙНОМУ ПРОТЯГУВАННІ..... 31***Ємчик В.В., Полевода Ю.А., Ревва В.Ю.***ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ ІНФРАЧЕРВОНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ..... 43***Ivan Sevostianov, Dina Tokarchuk, Andrii Didyk***CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF METHODS AND EQUIPMENT FOR DEHYDRATION OF DAMP DISPERSIVE MATERIALS..... 53***Купчук І.М., Гонтарук Я.В., Присяжнюк Ю.С.***ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ АВТОНОМІЇ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ АПК УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ 59***Матвійчук В.А., Савків В.В., Богатюк М.О.***РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ТРУБЧАСТИХ ЗАГОТОВОК З ВИКОРИСТАННЯМ ІНДУКЦІЙНОГО НАГРІВАННЯ..... 74***Oleksii Tokarchuk, Viktor Yemchuk***PECULIARITIES OF TRANSPORTATION OF GRAIN PRODUCTS BY CONVEYOR SPIRALS..... 83***Стаднік М.І., Колісник М.А.***ДОПУСТИМИЙ РІВЕНЬ СПОЖИВАННЯ БІОГАЗУ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТВАРИНИЦЬКОЇ ФЕРМИ..... 90***Швець Л.В., Чмих К.В.***АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ГАРЯЧОГО ДЕФОРМУВАННЯ МЕТАЛІВ..... 95***Яронуд В.М., Шаргородський С.А., Луц П.М., Лавренюк П.П.***СИМУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ У КОНВЕКТИВНІЙ СУШАРЦІ..... 101**

III. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

*Возняк О.М., Штуць А.А., Тихонов В.К.***ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ ТА РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ПЛАВНОГО ПУСКУ..... 110***Граняк В.Ф., Ємчик В.В., Кожушко О.В.***МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВОЛОГОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА..... 122**



CONTENTS

I. AGROENGINEERING

*Victor Anisimov, Anatoliy Yelenych***DESIGN FEATURES OF MODERN FOREIGN AGRICULTURAL TRACTORS..... 5***Olena Trukhanska***INNOVATIVE APPROACHES AND METHODS OF INCREASING THE TECHNICAL LEVEL MACHINES AND UNITS..... 15***Olena Solona***APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL PRODUCTION..... 19***Serhiy Burlaka***DIESEL FUEL WAYS AND THEIR ELIMINATION METHODS..... 26**

II. APPLIED MECHANICS. MATERIALS SCIENCE. INDUSTRY MACHINERY BUILDING

*Nataliia Veselovska, Yuriy Paladiychuk, Inna Telyatnuk***RESEARCH OF THE MICROHARDNESS OF THE SURFACE OF A CYLINDRICAL PART DURING DEFORMATION..... 31***Viktor Yemchyk, Yurii Polievoda, Viktor Revva***JUSTIFICATION OF THE DESIGN SCHEME OF THE INSTALLATION FOR PROCESSING GRANULAR MATERIAL WITH INFRARED RADIATION..... 43***Ivan Sevostianov, Dina Tokarchuk, Andrii Didyk***CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF METHODS AND EQUIPMENT FOR DEHYDRATION OF DAMP DISPERSIVE MATERIALS..... 53***Ihor Kupchuk, Yaroslav Gontaruk, Yurii Prysiazhniuk***PROSPECTS FOR INCREASING THE LEVEL OF ENERGY AUTONOMY OF PROCESSING ENTERPRISES OF AIC OF UKRAINE WITH THE HELP OF BIOGAS PRODUCTION..... 59***Viktor Matviychuk, Volodymyr Savkiv, Maxim Bogatiuk***DEVELOPMENT OF THE PROCESS OF STAMPING BY ROLLING OF TUBULAR PREPARATIONS USING INDUCTION HEATING..... 74***Oleksii Tokarchuk, Viktor Yemchyk***PECULIARITIES OF TRANSPORTATION OF GRAIN PRODUCTS BY CONVEYOR SPIRALS..... 83***Mykola Stadnik, Mykola Kolisnyk***PERMISSIBLE LEVEL OF BIOGAS CONSUMPTION IN THE PRODUCTION OF ELECTRICITY FOR A LIVESTOCK FARM..... 90***Ludmila Shvets, Kateryna Chmykh***ANALYTICAL RESEARCH METHODS OF HOT DEFORMATION OF METALS..... 95***Vitalii Yaropud, Serhiy Shargorodskiy, Pavlo Luts, Petro Lavreniuk***SIMULATION OF THE DRYING PROCESS OF WALNUTS IN A CONVECTION DRYER..... 101**

III. ELECTRICAL ENERGY, ELECTRICAL ENGINEERING AND ELECTROMECHANICS

*Oleksandr Voznyak, Andrii Shtuts, Volodymyr Tykhonov***RESEARCH OF STARTING MODES OF ASYNCHRONOUS MOTORS AND DEVELOPMENT OF A SOFT START DEVICE..... 110***Valerii Hraniak, Viktor Yemchyk, Olexander Kozhushko***MATHEMATICAL MODEL OF THE PRIMARY MEASURING CONVERTER OF HUMIDITY TRANSFORMER OIL..... 122**



УДК 631.3

DOI: 10.37128/2520-6168-2022-3-1

**КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ ІНОЗЕМНОГО
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

Анісімов Віктор Федорович, д.т.н., професор
Єленич Анатолій Павлович, асистент
Вінницький національний аграрний університет

Victor Anisimov, Doktor of Technical Sciences, Full Professor
Anatoliy Yelenych, Assistant
Vinnytsia National Agrarian University

Аналіз стану і тенденцій розвитку сільськогосподарських машин та технічних засобів, що їх обслуговують, свідчить, що відбувається постійний процес створення більш продуктивної і економічної техніки. Це передусім забезпечується за рахунок збільшення одиної потужності, підвищення робочої і транспортної швидкостей, зниження втрат часу на допоміжні операції, скорочення до мінімуму витрат на технічне обслуговування; забезпечення мінімальної дії на ґрунт і рослини; підвищення надійності і зносостійкості, а також збільшення універсальності і появи спеціальних тракторів для виконання специфічних робіт; розширення виробництва колісних тракторів із чотирма ведучими колесами, ширшого застосування гідравлічних систем, електроніки, автоматики, нових матеріалів, створення комфортабельних умов роботи і легкості управління; забезпечення безпеки праці.

Основним типом трактора в найбільш розповсюдженому діапазоні потужностей залишається колісний традиційної компоувальної схеми, удосконалення якого ведеться з урахуванням останніх досягнень науки і техніки. Йде подальше оновлення тракторів шарнірно-з'єднаної схеми з усіма ведучими колесами однакового розміру, причому провідні виробники експериментують із встановленням гусеничних рушіїв трикутної схеми замість коліс, що значно підвищує їх тягові якості.

Характерними рисами тракторів нового покоління є їх універсалізація та блоково-модульна будова. Так, залежно від ринку, на одній моделі європейських тракторів встановлюють різні двигуни відомих фірм та уніфіковані трансмісії. Тому на цьому ринку спостерігається тенденція кооперування виробників з метою подальшого підвищення універсальності, надійності, спрощення експлуатації: збільшення інтервалу заміни моторної оливи до 500 год., трансмісійної — до 2000 годин, робочої у гідросистемі — до 1000 годин. Кооперація сприяє також розширенню можливостей конкуренції на ринках різних країн.

Нове покоління потужних колісних тракторів класичного та системного компоування забезпечує високу ефективність переважно на технологічних операціях з середніми тяговими зусиллями в комбінованих, ґрунтообробних і посівних агрегатах, які обладнані знаряддями з активними робочими органами, з переднім та заднім ВВП, а також на транспортних роботах.

Ключові слова: двигун, трактор, тенденції, серія, конструкція.

Рис. 13. Літ. 8

1. Постановка проблеми

Для підвищення продуктивності при виконанні сільськогосподарських робіт тракторними агрегатами існує кілька шляхів: подальше підвищення робочих швидкостей, що обмежується окремими причинами агротехнічного характеру, збільшення ширини захвату знарядь, що обмежується умовами стійкості руху, маневрування, копіювання рельєфу, часу перескладання агрегатів, або комбінування машин і поєднання операцій. У всіх цих випадках потрібна зміна конструкції силової установки, шасі, органів керування і навіть в цілому компоування тракторів [1].

Однак не всі моделі зарубіжних тракторів для аграрного виробництва, попри їх високий технічний рівень, однаково затребувані у вітчизняних покупців. І залежить це не стільки від бренду, скільки від комплексу техніко-економічних та експлуатаційних показників, вибраних для конкретних господарств. Таким чином, на перше місце виходять критерії забезпечення споживчих вимог аграріїв.



2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Трактори є основою механізації сільського господарства. Більшість коштів у сільськогосподарському виробництві припадає на закупівлю саме тракторів, і ця тенденція зберігається протягом не одного десятиліття. На трактори витрачають у два рази більше, ніж на зернозбиральні комбайни та в 4-5 разів більше, ніж на окремо взятую посівну, ґрунтообробну або коренезбиральну техніку.

Основним типом тракторів у найпоширенішому діапазоні потужностей 100-250 к.с. залишається колісний трактор традиційної компонуальної схеми, удосконалення якого ведеться з урахуванням останніх досягнень науки та техніки. За останні роки практично всі провідні фірми оновили гамму тракторів, що випускаються, розширивши діапазон потужностей їх двигунів і змістивши тим самим межі використання тракторів з шарнірно-зчленованою схемою у бік більш високих тягових класів.

Аналіз ринку мобільних енергетичних засобів показує, що найбільш затребувані вітчизняними покупцями моделі зарубіжних тракторів за найменш низькою ціною за техніко-економічними та експлуатаційними показниками перевищують аналогічні параметри інших моделей фірм-конкурентів у тих же класах потужності, маючи кращі показники співвідношення ціна-якість-сервіс. Їхні високі споживчі якості орієнтовані на запити покупців.

При раціональному оснащенні з широким комплексом агрегатів та їх правильною експлуатацією вони забезпечують у господарствах не лише суттєве збільшення продуктивності та зниження погектарної витрати палива, а й значне зменшення трудомісткості технічного обслуговування під час експлуатації, підвищення надійності, довговічності та безвідмовності тракторного парку загалом.

За прогнозами вчених, трактор, як і раніше, залишається основним енергетичним засобом, який забезпечує механізоване вирощування сільськогосподарських культур. Основні вимоги сільськогосподарського виробництва до розвитку конструкції тракторів — це:

- підвищення продуктивності за рахунок збільшення потужності;
- підвищення робочої і транспортної швидкостей машини, зниження втрат часу на допоміжні операції;
- економічності;
- забезпечення високої надійності;
- збільшення універсальності.

John Deere's Waterloo Works - це завод із найбільшим виробничим підприємством компанії, він складається з п'яти виробничих дільниць, загальна площа яких становить понад 19 га. Створений на заводі John Deere's Waterloo, штат Айова, новий трактор John Deere 9030 не потребує керування вручну, бо має систему керування AutoTrac та iTechPro, а ще - його обладнано системою нічного освітлення, що дає можливість ефективно працювати в полі протягом доби. Ефективність трактора така, що, працюючи 24 години на добу із приєднаною 18,6-метровою сівалкою, він може засіяти 1539 га за п'ять днів [1].

Вся дорожньо-будівельна техніка виробника John Deere, що постачається до Європи, розроблена з урахуванням широкого діапазону кліматичних умов та розрахована на інтенсивні тривалі навантаження. Машини здатні бездоганно функціонувати і в мороз, і в 40-градусну спеку, справлятися і з цілинними ґрунтами, і з болотистим ґрунтом. Надійність будівельної техніки досягається за рахунок застосування спеціалізованих конструкційних рішень (наприклад, кар'єрні самоскиди John Deere випускаються з шарнірно-зчленованою рамою), а також інноваційних систем контролю та управління.

Кожна машина John Deere спроектована так, щоб забезпечувати максимальну продуктивність. Наприклад, екскаватори-навантажувачі замінюють 2 спеціалізовані пристрої. За параметрами вантажного ковша вони відповідають фронтальному навантажувачу, а за характеристиками зворотної лопати – традиційному колісному екскаватору. Функціональність обумовлюється і широким спектром навісного обладнання, що встановлюється. Наприклад, для міні-навантажувачів кількість таких пристроїв перевищує 60 різновидів.

Асортимент дозволяє підібрати оптимальні рішення для виконання різноманітних завдань. John Deere пропонує до продажу як велику важку техніку для використання в кар'єрах або великих будмайданчиках, так і компактні моделі для застосування в обмежених міських умовах.

Використання в будівельній техніці інноваційних рішень дозволяє забезпечити точність проходження, дистанційний контроль стану машини, вибір оптимального за продуктивністю режиму для конкретного завдання тощо. Завдяки цьому можна досягти раціонального витрачання палива та техніко-експлуатаційного ресурсу машини, забезпечити своєчасне обслуговування.

3. Виклад основного матеріалу

З самого початку Джон Дір задав високі стандарти для свого бізнесу і його продукції, пообіцявши: «Я ніколи не поставлю своє ім'я на продукції, в якій немає всього найкращого, що є в мені». Його характеризувала: чесність, інновація, якість та вірність. Він був впевнений в тому, що його клієнти завжди повинні довіряти не тільки йому особисто, але всьому, що виробляється або представляється від його імені.

Починаючи з 1914 року, "Дір енд Кампані" стала розробляти прототипи тракторів. У 1918 році компанія придбала завод із виробництва тракторів у Ватерлоо. Саме тут, 1926 року, було випущено один із найвідоміших і найпопулярніших тракторів в історії тракторобудування, так званий "Хлопаючий Джонні", саме тут було розроблено й розпочато серійний випуск тракторів R, що працювали на дизелі, саме тут "народився" трактор з шестиступеневою коробкою передач і гідроприводом. Із 1963 року "Джон Дір" посів перше місце в світі за кількістю випущених тракторів, а в 1980 році завод випустив свій двохмільйонний трактор. Усього за свою історію завод випустив 21 модифікацію тракторів. Нині тут випускають трактори 7000 серії потужністю починаючи з 125 к. с., колісні та гусеничні трактори серій 8R та 8RT, а також 9030-ту серію [3].

Трактори фірми John Deere зображені на рис. 1



а) трактор серії 9530



б) трактор серії 7830



в) трактор серії 9620



д) трактор серії 9460R



е) трактор серії 8430



к) трактор серії 7030

Рис. 1. Трактори фірми John Deere

У Ватерлоо працює й завод двигунів "Джон Дір". Після реконструкції (1976 р.) на його лініях було виготовлено понад один мільйон силових агрегатів. Двигуни "Джон Дір" (об'єм - 8,1, 9, 12 та 13,5) здобули світову популярність і визнання як винятково надійні силові установки. Це стало можливим завдяки тому, що конструктори спеціально розробили їх для роботи в найважчих умовах.

Під час конструювання двигунів особлива увага була приділена зниженню витрат на технічне обслуговування. У двигунах використано останні розробки в галузі зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Дедалі більше компаній - виробників OEM-техніки надають перевагу цим двигунам і використовують їх у складі свого обладнання: сільськогосподарських машин, будівельної техніки, компресорних і дизель-генераторних установок.

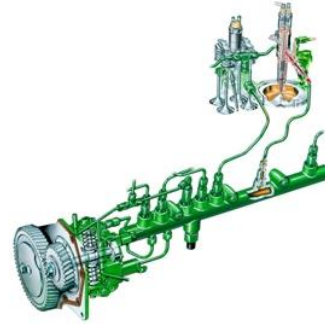
Особливості конструкції тракторів серії 7030 рис. 1к [7].

Власники невеликих просапних тракторів стикаються зі зростанням витрат майже на кожному сегменті свого бізнесу. Вони мають високі очікування щодо економії палива та експлуатаційних характеристик. Дослідження та розробки John Deere врахували ці вимоги клієнтів і відповідали суворим нормам щодо викидів Tier III.

З двигуном Power Tech E (2-клапанний) рис. 2, ви можете розраховувати на чудову продуктивність, що впливає з перевіреної технології та підтверджена суворими тестуваннями та оцінками як у лабораторних, так і в польових умовах.



**Рис. 2. Двигун 6,8 л Power Tech E
(2-клапанний)**



**Рис. 3. Паливна система високого тиску
Common Rail**

Повноцінне керування двигуном є ексклюзивом John Deere на всіх тракторах серії 7030 Premium.

Постійна доступність точних даних параметрів дозволяє: точне дозування палива; час, що залежить від швидкості та навантаження; компенсація температури палива; автоматичний захист двигуна.

Кожен 6,8-літровий двигун Power Tech E (2-клапанний) використовує загальну рампу високого тиску для подачі палива під тиском до форсунки рис. 3. Паливний насос високого тиску з редукторним приводом миттєво реагує на вимоги щодо збільшення або зменшення витрати палива або тиску.

Common Rail подає паливо під надзвичайно високим тиском і є каналом, по якому паливо надходить до кожної форсунки. Тиск створюється шестеренчатим поршневым насосом.

Кожна форсунка окремо контролюється блоком керування двигуном (ECU). ЕБУ вмикає та вимикає інжектор кілька разів за цикл запалювання, щоб контролювати подачу палива в кожен циліндр. ЕБУ може визначати оберти двигуна та зміни навантаження 100 разів на секунду та миттєво реагувати. Розпізнавання навантаження та швидкості дозволяє регулювати швидкість подачі палива в кожному циліндрі незалежно від окремого інжектора.

З кожним циклом впорскування ECU може вносити такі налаштування: кількість ін'єкцій; тиск палива в системі Common Rail; початок ін'єкції; тривалість ін'єкції.

Компенсація за холодну погоду та висоту також точно контролюється для хороших стартів незалежно від погоди та належних рівнів потужності на великих висотах.

Система впорскування також забезпечує роботу двигуна зі зниженим рівнем шуму за допомогою процесу, який називається пілотним упорскуванням. Завдяки можливостям точного впорскування палива може бути невелика кількість палива, яка впорскується на початку процесу впорскування. Цей процес допомагає зменшити стукіт від згоряння, який зазвичай чути на дизельних двигунах. У той час як зниження шуму згоряння найбільш помітне на нижчих обертах, пілотне впорскування продовжує працювати на будь-якій швидкості двигуна. Інтеграція цієї найсучаснішої технології впорскування в двигуни John Deere 6,8 л забезпечує необхідні засоби для досягнення покращення робочих характеристик, економії палива та викидів вихлопних газів.

З більш суворими стандартами викидів було розроблено оновлену технологію для двигунів серії 7030 PowerTech, щоб вони відповідали нормам і залишалися на передньому краї галузі. Суттєвим фактором у цьому прогресі є перехід від однопрохідної системи на серії 7020 до поточної подвійної системи повітря-вода серії 7030.

Система серії 7030 значно знижує температуру повітря на вході порівняно з системою серії 7020. Якби цілі повітряно-водяного охолодження намагалися досягти за допомогою однопрохідної системи, охолоджуюча рідина не змогла б забезпечити належне охолодження трансмісійної та гідравлічної рідин. Тому була реалізована подвійна система. Температура охолоджуючої рідини, що повертається з радіатора трансмісії/гідравлічного масла, все ще дозволяє додатково зменшити контур повітря-вода [8].

Зміна була зосереджена на двигунах PowerTech Plus з метою зниження температури повітря на вході та, як наслідок, охолодження вихлопних газів. Цей охолоджений, стиснений вихлопний газ направляється назад у систему впуску повітря (EGR). Однак у PowerTech E температура на вході буде трохи нижчою через відсутність рециркуляції вихлопних газів.

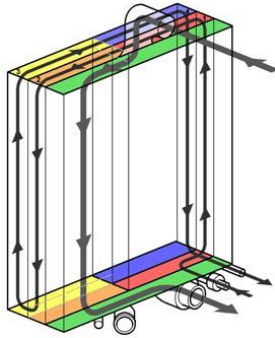


Рис. 4. Повітряний потік радіатора

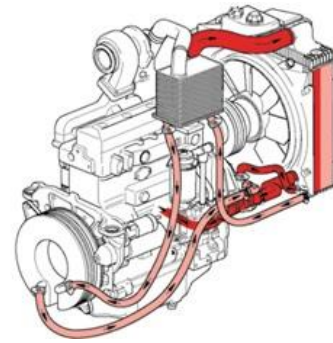


Рис. 5. Блок – схеми

Охолодження забезпечують два контури: LTC (низькотемпературний контур охолодження) і НТС (високотемпературний контур охолодження). LTC перекачується електричним перекачувальним насосом і використовується для охолодження впускного повітря двигуна та гідравлічної та трансмісійної оливи. НТС накачується звичайним водяним насосом двигуна та використовується для охолодження двигуна. Обидва зображені на ілюстраціях вище (рис. 4, 5).

Охолоджувач наддувального повітря є невід'ємною частиною системи контролю викидів. Система призначена для охолодження стисненого повітря від турбокомпресора (266 градусів F/ 130 градусів C) і забезпечення постійної та ефективної низької температури повітря на вході 140 градусів F (60 градусів C) [7].

Це значно покращує потік повітря до головки блоку циліндрів і підвищує вміст кисню в повітрі, що допомагає покращити змішування палива й повітря, завдяки чому згоряння є чистим (менше викидів) і ефективнішим (менше палива). Охолоджувач наддувального повітря є закритою системою і не потребує обслуговування.



Рис. 6. Пластинчастий масляний радіатор і фільтр зовнішньої лінії

Вбудований повнопоточний масляний радіатор є високоефективним пластинчастим теплообмінником. Охолоджувач інтегрований у порожнину охолоджуючої рідини блоку двигуна, що забезпечує дві значні переваги:

- висока ефективність охолодження в результаті повного потоку теплоносія від водяного насоса, спрямованого через елемент.
- надійне охолодження, оскільки не використовуються.

Вертикально встановлений повнопоточний масляний фільтр оснащений великими трубами для зменшення обмежень потоку для підвищення надійності та змащування двигуна. Якщо фільтр забивається або закупорюється, масло обходить фільтр, щоб забезпечити змащування життєво важливих компонентів двигуна. Фільтр встановлюється вертикально, щоб не замінювати безлад.



а



б

Рис. 7. Повітряний фільтр силового сердечника: а – закритий; б – відкритий

Оскільки для двигуна потрібна більша швидкість повітряного потоку, потужний повітряний фільтр допомагає забезпечити чисте згоряння, орієнтоване на продуктивність (рис. 7.).

Системи випуску повітряного фільтра Power Core забезпечують: на двадцять відсотків більша потужність повітряного потоку; спіральні трубки та аспіраційна трубка, яка всмоктує 93 відсотки пилу



та вологи перед тим, як потрапити в первинний повітряний фільтр – таким чином безперервне попереднє очищення повітря цілий рік; на тридцять відсотків менше, ніж стандартні повітряні фільтри з такою ж фільтруючою здатністю; полегшення обслуговування та очищення фільтруючого елемента; зведене до мінімуму обмеження повітряного потоку до радіатора; фільтр заповнюється ззаду; компактна високоефективна система забезпечує необмежений потік чистого повітря до турбіни; для обслуговування не потрібні інструменти [8].

До безперечних переваг цієї моделі можна віднести її насиченість передовими технологіями, високу потужність у поєднанні з паливною економічністю та ефективністю роботи, універсальність. Серед інноваційних технологій, що застосовуються в «Джон Дір-8430»: управління упорскуванням палива електронною системою; супутникова система позиційного визначення місця в комплексі автоматичного управління «Точне землеробство»; телематична система віддаленого моніторингу роботи трактора та його систем.

Трактор підготовлений під спеціальну навігаційну систему «Auto-Trac», яка гарантує максимально точні (+/- 3-10 см) межі прогону та уможливує безперебійну роботу, у тому числі і в темний час доби, з картографуванням місцевості. Для цього буде потрібно додаткове встановлення обладнання «GreenStar».



Рис. 8. Приймач StarFire ITC

Приймач StarFire ITC (рис. 8) – це двочастотний приймач диференційної системи глобального позиціонування, який приймає одночасно сигнали з 10 супутників системи GPS і сигнал, що передається мережею диференційованого коректування Джон Дір. Приймач обладнано вбудованим модулем коректування положення з врахуванням рельєфу, що автоматично корегує координати трактора. Він дозволяє швидше підготуватися до роботи в полі та забезпечує більшу точність і кращу стійкість сигналу, завжди вибирає кращий сигнал, а в разі зміни умов перемикається на 80% швидше на інший доступний супутник.



Рис. 9. Дисплеї Green Star

Використовують два типи дисплеїв (рис.9): з чорно-білим і кольоровим екраном. Дисплей надає можливість швидко проглянути і знайти необхідну інформацію. Усі дисплеї обладнано сенсорними екранами (як планшети) із попередньо налаштованими інформаційними екранами. Інтерфейс можна повністю налаштувати відповідно до поточних потреб. Ви маєте змогу адаптувати компоновку екрана згідно з вашими вподобаннями; також передбачено екранні і контекстні функції довідки. Завдяки дистанційному доступу до дисплея можна звернутися по професійну допомогу одним натиском кнопки. Усі дисплеї постачаються разом із усіма функціями документування, можливістю безкоштовно налаштовувати норми внесення та підтримують бездротове передавання даних [3].

Особливості конструкції тракторів серії 8430 рис. 1е [4].

Двигун Power Tech об'ємом 9,0 л.

Механічний привід передніх коліс (MFWD), незалежної підвіски передніх коліс (ILS)/

Вибір трансмісії Power Shift (16 швидкостей вперед і 5 назад) або Auto Powr на тракторах 8530.

Високопродуктивна гідравлічна система дозволяє агрегатувати трактор із широкозахватними багатофункціональними причіпним та навісним обладнанням.

Підвищений запас крутного моменту на 40 %.



Встановлення переднього валу відбору потужності на 1000 об/хв. та триточкової навіски вантажопідймальністю до 5000 кг.

Вибір трьох кольорових дисплеїв Green Star з сенсорним екраном / навігаційними кнопками.

Інтегрована електроніка CAN-BUS.

Можливість автоматичного ведення трактора за допомогою системи Auto Trac.

Ксенонове робоче освітлення.

Простора ергономічна кабіна Deluxe Command View Cab з пониженим рівнем шуму 72 дБ.

Удосконалений пульт керування Command Center.



Рис. 10. Двигун Power Tech

Номінальна потужність від 225 до 330 к.с. Від 260 до 365 з інтелектуальною системою регулювання потужності.

- IPM дозволяє отримати додаткові 35 к.с. під час транспортування вантажів або в разі здійснення операцій з валом відбору потужності.

- Збільшення потужності до 10 %.

- Збільшення запасу крутного моменту двигуна до 40 %.

- Паливна система з паливною рампою високого тиску (HR-CR) гарантує миттєву реакцію на зміну навантаження для додаткової економії палива.

- Турбокомпресор із змінною геометрією (VGT) забезпечує крутний момент за низької швидкості, прискорює реакцію двигуна на керований вплив тракториста і підвищує його ефективність.

- Система рециркуляції охолодження відпрацьованих газів (EGR) збільшує об'ємом 9,0 л надійність двигуна і знижує токсичність відпрацьованих газів.

- Електронний паливний насос, що автоматично стравлює повітря після заміни паливних фільтрів, знижує час простоїв.

- Проміжний охолоджувач із повітряним охолодженням покращує експлуатаційні характеристики двигуна і підвищує його ефективність.

Нова конструкція капоту забезпечує оптимальний потік повітря і сприяє охолодженню двигуна.

Повітрязбірні отвори, які розміщено на капоті, забезпечують відведення гарячого повітря від двигуна і кабіни, завдяки чому піднімається менше пилу з-під трактора. Навіть у разі збільшення інтенсивності охолодження не погіршуються характеристики огляду і радіус повороту.

Привід вентилятора автоматично регулює його частоту обертання. За рахунок цього підвищується економія палива і збільшується тягова потужність. Вентилятор діаметром 767 мм забезпечує оптимальний потік повітря, збільшуючи термін служби двигуна і покращує робочі характеристики. Великий радіатор забезпечує необхідну ефективність охолодження двигуна і відкидається назовні для швидкого і зручного технічного обслуговування або чищення [6].



Рис. 11. Селектор режимів
Auto Power

Селектор режимів Auto Power вибирає положення 1 для робіт із приводом від валу відбору потужності, положення 2 для роботи із значними тяговими зусиллями, положення 3 зменшує витрати палива під час виконання легких операцій обробки ґрунту, транспортування чи сіви.

Відмітна особливість John Deere AutoPower - можливість забезпечити оптимальну роботу трактору при будь-яких швидкостях починаючи від 0 км до 40 км за годину, що призведе до поліпшення контролю витрат палива.

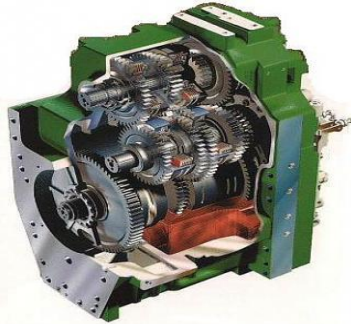
При цьому у механізатора є можливість задати необхідну швидкість, яка підтримується з високою точністю, в автоматичному режимі, як на важких тягових роботах так і при транспортних операціях. Тобто, після того як механізатор вибрав потрібну швидкість роботи система AutoPower буде її автоматично утримувати, реагуючи на зміну умов навантаження не відволікаючи оператора. Для трансмісії Джон Дір Авто Повер доступні чотири різних режими: повністю автоматичний (Full Auto), що настроюється (Custom), ручний (Manual) та педальний (Pedal).

Трактор John Deere 8430 оснащений трансмісією Auto PWR із інтелектуальним перемиканням передач. Коробка має нескінченні віртуальні передачі, які працюють дуже плавно та забезпечують високу еластичність. Коробка функціонує безшумно, без будь-яких ривків і посмикування при переході на знижену або підвищену передачу. Трансмісія працює непомітно, оскільки не видає шумів, ні



вібрацій. Безперечно, це позитивно позначилося на комфорті. У коробці можна активувати один із двох режимів, які відповідають за рух переднім та заднім ходом. Коробка перемінних передач добре адаптована до високої потужності та тягових характеристик двигуна, і дозволяє розкрити весь потенціал двигуна внутрішнього згорання.

Особливості трансмісії Auto Powr: знижує частоту обертання колінчастого валу двигуна до 1550-1750 об/хв. для більшої економії палива; необмежені можливості вибору швидкості в діапазоні швидкостей від 0,05 до 42 км/год.; плавне безступінчасте перемикання швидкостей; збільшує ефективність використання потужності двигуна; вбудоване гальмо з функцією Auto Clutch дозволяє зупинитися, не натискаючи педаль зчеплення; функція Power Zero дозволяє утримувати трактор на місці, незалежно від навантаження і схилу. Після визначення необхідної швидкості і робочого режиму, коробка передач Auto Powr буде підтримувати ідеальну частоту обертання колінчастого валу двигуна для даного виду операції навіть у разі зміни навантажень.



**Рис. 12. Коробка передач
Automatic Power Shift**

Дана коробка перемінних передач має достатню міцність для функціонування при різких і високомоментних навантаженнях, зі збереженням швидкості реакції на керуючий вплив та надійність перемикання швидкостей. При скороченні потужності двигуна або змінах навантаження на трактор перемикання передач відбувається в автоматичному режимі, в межах обраного діапазону. Усього – 16 передніх та 5 задніх передач. Безступінчаста коробка "Авто Пауер", на відміну від першого варіанта КПП, не входила в стандартну комплектацію трактора "John Deere-8430" і пропонувалася як додаткова опція. Механізатору потрібно лише вибрати потрібну швидкість в діапазоні від 0 до 42 км/год. (1,8 – 17 км/год – для заднього ходу) [4].

Позашляхові можливості трактора – заслуговують на окрему увагу. Так, John Deere 8430 отримав повнопривідне шасі 4×4 MFWD 4WD з гідравлічними гальмами. Також відзначимо гідростатичний кермовий механізм, який став стандартним компонентом для бюджетних тракторів. Повний привід можна агрегатувати з міжосьовим блокуванням диференціала, щоб підвищити геометричну прохідність. До того ж, покращення здібностей на бездоріжжі сприяють великі всюдихідні колеса з глибоким малюнком протектора та ефектом самоочищення. Високі кути в'їзду та виїзду, відсутність кузовних звисів, великий дорожній просвіт, потужний захист днища та міцна рамна конструкція – також дозволили покращити можливості трактора на бездоріжжі. Виходячи з цього, Джон Дір 8430R здатний без будь-якої допомоги долати складні перешкоди, включаючи глибокі колії та ями, ґрунт, а також 30- і 40-відсоткові підйоми.

Гідравлічна система тракторів "Джон Дір-8430" обладнана системою, яка чутлива до навантаження на базі регульованого насоса. Завдяки новому гідравлічному насосу, що має продуктивність 161 л/хв, забезпечується висока швидкість передачі потоків масла до обладнання. Тип гідравліки – закритий центр, PFC [6].

Триточковий задній навісний пристрій – електрогідравлічний, з повним електронним регулюванням тягового зусилля нижньої ланки, амортизацією навішування, зовнішніми перемикачами на крилі. Вантажопідйомність навішування – 7847 кг; чи 8300 кг (додаткова опція). Максимальна вантажопідйомність на гаках становить 10 788 кг (105,8 кН). Вантажопідйомність за методикою ОЕСР на 610 мм дорівнює 9519 кг (93,35 кН). Задній вал відбору потужності – незалежний, багатодискового типу, з незалежним масляним охолодженням, блокування та гальмування здійснюється електрогідравлічною системою. Тип ВОМ - 1000 об/хв, 20 шліц 45-мм вал, або 2-швидкісний. Не вимагає розбирання редуктора. 1000 об/хв та 540 об/хв – з валами 45 та 35 мм.



**Рис. 13. Кабіна трактора
Джон Дір 8430**

Трактори John Deere-8430 комплектуються просторою і комфортабельною кабіною серії CommandView. Це тепло-і звукоізолювана кабіна. Узли віброзахисту, вентиляції, кондиціонування та опалення створюють комфортні умови праці. Показник шуму дуже низький – 69 дБ (А). Завдяки чому трудові будні стають помітно менш напруженими. Лобове і заднє цілісне скло, освітлення робочої зони на всі 360 ° дають можливість постійно візуально контролювати роботу гармат, що застосовуються.



На поліекрані в кабіні трактора «John Deere-8430» (рис. 13) відображається наступна інформація: час, швидкість, відсоток пробуксовки, швидкість двигуна в об/хв, кількість годин роботи після останнього технічного обслуговування, загальний час мотогодин двигуна, температура охолоджуючої рідини, тиск масла, напруга системи, температура трансмісійної олії, положення задньої Фзчпкки, швидкість ВОМ, ширина захоплення робочого обладнання, площа, що обробляється за годину, витрата палива за годину, розрахунок палива за площею поля, лічильник відстані, загальна оброблена площа, приблизний час, що залишився до спустошення паливного бака.

4. Висновки

Трактор Джон Дір в Україні користується величезною популярністю. Сільгосптехніка легендарного американського бренду наднадійний, продуктивна, функціональна і універсальна, що дозволяє використовувати її в різних сферах народного господарства. Фермери і землероби, підприємці, зайняті в будівельній та дорожньо-будівельній сферах, вибирають її і за інші сильні сторони, а саме:

- широкий модельний ряд, в якому присутні колісні та гусеничні машини з повним приводом;
- потужні, але економічні в плані споживання ресурсів агрегати;
- найвища якість зборки;
- тривала експлуатація навіть в складних умовах і при інтенсивному навантаженні;
- легке керування завдяки системі автоматичного водіння;
- ергономічна кабіна з регульованим сидінням оператора;
- висока вантажопідйомність машини;
- широкий асортимент навісного устаткування, яке може агрегатуватися трактором Джон Дір;
- віддалена телеметрія.

Список використаних джерел

1. Волошина А. А., Панченко А. І. Сучасні трактори сільськогосподарського призначення. Закордонні трактори: посібник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс». 2018. С. 600.
2. Яропуд В. М., Твердохліб І. В., Спирін А. В. Машини та обладнання і їх використання в рослинництві: навч. посіб. Вінниця. ВНАУ. 2020. С. 308.
3. Бучок В. С. Трактори і автомобілі: навчальний посібник. К. Аграрна освіта, 2008. С. 331.
4. Учебный материал для подготовки операторов тракторов “John Deere” серии 8000. Киев. Учебный центр «АМАКО УКРАИНА». 2000. С. 18.
5. Навчальні матеріали онлайн. Український ринок тракторів: підсумки 2013 року 08.05.2014: веб-сайт. URL: <http://agravery.com/ua/tehnika/show/ukrainskij-rinok-traktoriv-pidsumki-2013-roku> (дата звернення 22.09.22).
6. Навчальні матеріали онлайн. Керівництво з експлуатації тракторів Джон Дір 8130, 8230, 8330, 8430, 8530: веб-сайт. URL: <http://5741.ltd.ua/download/Rukovodstvo-po-ekspluatatsii-traktorov-Dzhon-Dir-8130--8230-8330-8430-8530.pdf> (дата звернення 29.09.22).
7. Навчальні матеріали онлайн. Конструктивні особливості трактора Джон Дір 7830: веб-сайт. URL: <https://gardenunion.com.ua/traktor-dzhon-dir-7830-konstruktivni-osoblivosti-18/> (дата звернення 12.09.22).
8. Навчальні матеріали онлайн. Керівництво з експлуатації тракторів Джон Дір 7630, 7730, 7830, 7930: веб-сайт. URL: <https://agrobiz.net/modules/files/file/jd-7-series-oib-rus-553459.pdf> (дата звернення 15.09.22).

References

- [1] Voloshyna, A.A., Panchenko, A.I. (2018). *Suchasni traktory sil's'kohospodars'koho pryznachennya. Zakordonni traktory: posibnyk* [Modern agricultural tractors. Foreign tractors: a guide]. Melitopol : Vydavnycho-polihrafichnyy tsentr «Lyuks». [in Ukrainian].
- [2] Yaropud, V.M., Tverdokhlib, I.V., Spirin, A.V. (2020). *Mashyny ta obladnannya i yikh vykorystannya v roslynyystvi: navch. Posib* [Machines and equipment and their use in crop production: training]. Vinnytsya. VNAU. [in Ukrainian].
- [3] Buchok V.S. (2008). *Traktory i avtomobili. Navchal'nyy posibnyk* [Tractors and cars: a study guide]. K. Ahrarna osvita. [in Ukrainian].
- [4] *Uchebnyy materyal dlya podhotovky operatorov traktorov “John Deere” seryy 8000* [Educational material for training operators of John Deere 8000 series tractors]. (2000). Kyev. Uchebnyy tsentr «АМАКО УКРАИНА». [in Ukrainian].



- [5] Navchal'ni materialy onlayn. Ukrayins'kyy rynek traktoriv: pidsumky 2013 roku 08.05.2014: veb-sayt. URL: <http://agravery.com/ua/tehnika/show/ukrainskij-rinok-traktoriv-pidsumki-2013-roku> (data zvernennya 22.09.22). [in Ukrainian].
- [6] Navchal'ni materialy onlayn. Kerivnytstvo z ekspluatatsiyi traktoriv Dzhon Dir 8130, 8230, 8330, 8430, 8530: veb-sayt. URL: <http://5741.ltd.ua/download/Rukovodstvo-po-ekspluatatsii-traktorov-Dzhon-Dir-8130--8230-8330-8430-8530.pdf> (data zvernennya 29.09.22). [in Ukrainian].
- [7] Navchal'ni materialy onlayn. Konstruktyvni osoblyvosti traktora Dzhon Dir 7830: veb-sayt. URL: <https://gardenunion.com.ua/traktor-dzhon-dir-7830-konstruktivni-osoblivosti-18/> (data zvernennya 12.09.22). [in Ukrainian].
- [8] Navchal'ni materialy onlayn. Kerivnytstvo z ekspluatatsiyi traktoriv Dzhon Dir 7630, 7730, 7830, 7930: veb-sayt. URL: <https://agrobiz.net/modules/files/file/jd-7-series-oib-rus-553459.pdf> (data zvernennya 15.09.22). [in Ukrainian].

DESIGN FEATURES OF MODERN FOREIGN AGRICULTURAL TRACTORS

Analysis of the state and trends in the development of agricultural machines and the technical means that serve them shows that there is a constant process of creating more productive and economical equipment. This is primarily ensured by increasing unit capacity, increasing working and transport speeds, reducing time losses for auxiliary operations, reducing maintenance costs to a minimum; ensuring minimal impact on soil and plants; increasing reliability and wear resistance, as well as an increase in versatility and the appearance of special tractors for specific work; expansion of production of wheeled tractors with four driving wheels, wider use of hydraulic systems, electronics, automation, new materials, creation of comfortable working conditions and ease of management; ensuring labor safety.

The main type of tractor in the most widespread range of capacities remains the wheeled one of the traditional layout scheme, the improvement of which is carried out taking into account the latest achievements of science and technology. There is a further update of articulated tractors with all driving wheels of the same size, with leading manufacturers experimenting with the installation of triangular track drives instead of wheels, which significantly increases their traction qualities.

Characteristic features of tractors of the new generation are their universality and block-modular structure. So, depending on the market, different engines from well-known companies and unified transmissions are installed on one model of European tractors. Therefore, in this market, there is a tendency for manufacturers to cooperate with the aim of further increasing versatility, reliability, and simplifying operation: increasing the interval for changing engine oil to 500 hours, transmission oil to 2,000 hours, hydraulic oil to 1,000 hours. Cooperation also contributes to the expansion of opportunities for competition in the markets of different countries.

The new generation of powerful wheeled tractors with a classic and system layout provides high efficiency mainly in technological operations with medium traction forces in combined, tillage and sowing units, which are equipped with implements with active working bodies, with front and rear GDP, as well as in transport operations.

Key words: engine, tractor, trends, series, design.

Fig. 13. Ref. 8

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Анісімов Віктор Федорови – доктор технічних наук, професор кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: anisimov@vsau.vin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-3349-1630>).

Сленич Анатолій Павлович – асистент кафедри «Агроінженерії та технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: a.elenech@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7424-1822>).

Victor Anisimov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of “Agroengineering and Technical Service” of the Vinnitsa National Agrarian University (3 Solnechnaya St, Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: anisimov@vsau.vin.ua, <https://orcid.org/0000-0002-3349-1630>).

Anatoliy Yelenych – assistant of the Department of “Agroengineering and Technical Service” of the Vinnitsa National Agrarian University (3 Solnechnaya St, Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: a.elenech@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7424-1822>).