

# АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТРАКТОРІВ ПОТУЖНІСТЮ 300–360 к. с.



На сьогодні трактор є і найближчим часом залишиться основним енергетичним засобом, який забезпечує виконання машинним агрегатом технологічних операцій, спрямованих на механізоване вирощування та збирання сільськогосподарських культур, а також транспортних робіт в агрегаті з причепами та напівпричепами.

*Василь Думич, завідувач лабораторії;  
Михайло Мазурак, завідувач лабораторії;  
Орест Ковальчук, молодший науковий співробітник,  
Львівська філія УкрНДДПВТ ім. Л. Погорілого*

До сучасних тракторів висувається низка вимог щодо їхніх експлуатаційних властивостей, які включають прохідність, тягово-зчіпні властивості, маневреність, плавність руху, діапазон робочих швидкостей тощо.

Прохідність тракторів із робочими машинами і причепами оцінюють за можливостями подолання схилів під час руху на підйом, згори та впоперек схилу, а також переміщення по снігу, піску та бездоріжжю. Тяго-

во-зчіпні властивості тракторів визначають залежність основних показників (швидкість, потужність на гаку, годинна та питома витрати палива, буксування) від величини зусилля на гаку трактора.

Діапазон робочих швидкостей руху має перебувати в інтервалі, який дає змогу трактору забезпечити виконання технологічних операцій відповідно до агротехнічних вимог.

Сучасні трактори мусять бути екологічно безпечними, їх екологічні показники мають відповідати законодавчим обмеженням щодо рівня шуму та викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами, а також ступеня ущільнення ґрунту.

Провідні машинобудівні фірми пропонують широкий типорозмірний ряд енергозасобів для різних типів



Рис. 1. Колісний трактор Claas Axion 930



Рис. 2. Гусеничний трактор Challenger MT765D

господарств – від міні-тракторів до великогабаритних енергонасичених тракторів потужністю 400 к. с. і більше. У великих агропромислових господарствах особливою популярністю користуються трактори потужністю від 300 до 400 к. с., адже вони можуть ефективно і продуктивно виконувати роботи, які потребують великого тягового зусилля, працювати з широкозахватними багатокорпусними плугами, глибокорозпушувачами, лапово-дисковими, дисковими та ґрунтообробно-посівними агрегатами та ін. На базі таких енергосасобів можуть створюватися дво- або тримашинні агрегати для скошування трав під час сінозаготівлі тощо. Трактори цього типорозміру здатні розвивати транспортну швидкість руху до 60 км/год (а в деяких випадках до 80 км/год), тому вони також можуть використовуватися для виконання транспортних перевезень.

На українському ринку в діапазоні потужності 300–360 к. с. представлені трактори моделей Axion 920, Axion 930 (виробництва фірми Claas), MT685D, MT765D (Challenger), Fendt 933 Vario, Fendt 936 Vario (Fendt), T8.330, T8.360, T8.390 (New Holland), 8320R, 8345R, 8320RT, 8345RT (John Deere), Buhler 2375 (Versatile), Magnum 310 (Case IH) та ін. Трактори цього типу випускають на колісному та гусеничному ході (рис. 1, 2).

Трактори комплектуються шестициліндровими рядними двигунами виробництва фірм FPT (Fiat Power Train), Agco, Deutz, Caterpillar, John Deere з робочим об'ємом циліндрів 7,2, 8,7, 9 та 10,8 л (рис. 3 а). Двигуни зазвичай оснащені сучасною чотириклапанною системою газорозподільного механізму, системою впорскування палива Common-Rail, системою охолодження повітря, яке нагнітається в циліндри, та турбокомпресорами.

Застосування чотирьох клапанів на один циліндр забезпечує підвищення коефіцієнта наповнення повітрям, а отже, збільшення потужності, зниження витрати палива та токсичності відпрацьованих газів.

Зазвичай система Common Rail складається з рампи (резервуара акумулятора високого тиску) 9, паливного насоса високого тиску 3 із клапаном дозування палива 4, датчика температури палива 6, датчика тиску палива 7, редукційного клапана 8, регулятора тиску палива 10, паливного бака з підкачувальним насосом 12, додаткового підкачувального насоса 2, сітчастого фільтра 5, електронного блоку управління (ЕБУ) і комплексу форсунок 11, з'єднаних із загальним трубопроводом високого тиску (рис. 3 б).

Паливний насос високого тиску (ПНВТ) служить для створення високого тиску палива і його накопичення в паливній рампі. Клапан дозування палива регулює кількість палива, що подається до паливного насоса високого тиску залежно від потреби двигуна. Регулятор тиску палива призначений для управління тиском у системі залежно від навантаження на двигун.

Рампа призначена для виконання кількох функцій: накопичення палива і утримання його під високим тиском, пом'якшення коливань тиску, що виникають внаслідок пульсації подачі від ПНВТ, розподілу палива по форсунках.

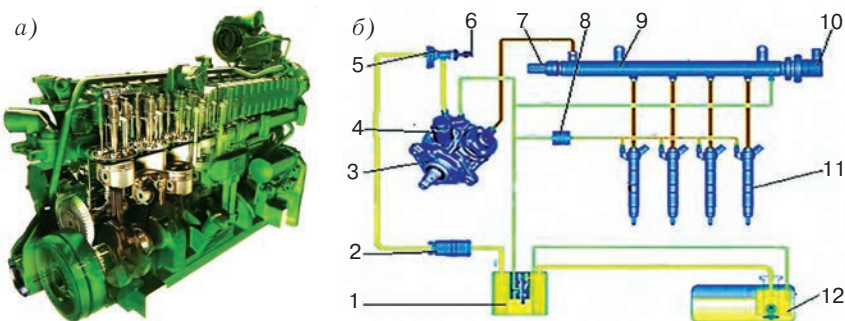


Рис. 3. Переріз двигуна (а) та схема системи впорскування палива Common Rail (б)



Рис. 4. Загальний вигляд системи SCR

У системі використовуються електрогідравлічні форсунки. Для управління процесом впорскування використовується електромагнітний клапан. Управління роботою системи впорскування забезпечує система управління дизелем, яка об'єднує датчики, блок управління двигуном і виконавчі механізми систем двигуна.

Система управління дизелем включає датчики обертів двигуна, положення розподільного вала та педалі акселератора, витратомір повітря, температури охолоджуючої рідини, тиску повітря, температури повітря, тиску палива, кисневий датчик (лямбда-зонд) та інші.

Під час роботи двигуна за даними сигналів, що надходять від датчиків, блок управління двигуном визначає необхідну кількість палива, яке насос високого тиску подає через клапан дозування. Насос накачує паливо в паливну рампу. Там воно перебуває під певним тиском, що його забезпечує регулятор тиску. В потрібний момент блок управління двигуном дає команду відповідним форсункам на початок впорскування і забезпечує певну тривалість відкриття клапана форсунки. Залежно від режимів роботи двигуна блок управління двигуном коригує параметри роботи системи впорскування.

З метою підвищення ефективної роботи двигуна в системі Common Rail реалізується багаторазове впорскування палива впродовж одного циклу роботи двигуна. Для підвищення температури і тиску в камері згоряння з метою прискорення самозаймання основного заряду палива, зниження шуму та токсичності

відпрацьованих газів перед впорскуванням основної кількості палива здійснюється попереднє впорскування невеликої кількості палива.

Залежно від режиму роботи двигуна проводяться:

- два попередніх впорскування – на холостому ходу;
- одне попереднє впорскування – при підвищенні навантаження.

Попереднє впорскування не проводиться на повному навантаженні.

Таке управління процесом впорскування палива за допомогою електронного обладнання забезпечує його економію та дає змогу зменшити токсичність відпрацьованих газів і шум двигуна.

Для підвищення ефективності двигунів виробники застосовують також інші технічні рішення. Двигуни оснащуються турбокомпресорами зі змінною геометрією та проміжним охолоджувачем повітря, яке нагнітається в циліндри, а також автоматичними системами управління вентилятором системи охолодження двигуна.

Двигуни Cursog виробництва фірми FPT (Fiat Power Train), якими комплектуються трактори серії Axion 900 фірми Claas, T8 фірми New Holland, обладнані електронною системою управління вентилятором Victronic, яка дає змогу узгодити швидкість обертання вентилятора з навантаженням та температурою двигуна та підтримувати оптимальну температуру двигуна. Зниження швидкості обертання вентилятора зменшує рівень шуму та сприяє економії палива внаслідок зменшення потужності для приводу вентилятора.

Двигуни PowerTech, якими оснащуються трактори моделей 8320R, 8345R, 8320RT, 8345RT виробництва фірми John Deere, обладнані системою охолодження VariCool, яка виконує такі само функції, як і Victronic.

Система SCR (вибіркове каталітичне відновлення), якою оснащуються трактори Axion, дає змогу зменшити викиди в атмосферу шкідливих речовин з відпрацьованими газами внаслідок перетворення

оксидів азоту в воду і чистий азот. Це відбувається за допомогою синтетичного водного розчину сечовини (AdBlue), що міститься в додатковому баку, через який проходять відпрацьовані гази (рис. 4). Ця система очищення відпрацьованих газів відокремлена від основного двигуна, завдяки чому в двигун подається тільки чисте, свіже повітря.

Двигуни Deutz, якими оснащені трактори серії Vario 930 фірми Fendt, для підтримки високотехнологічної системи впорскування оснащуються системою вторинного використання відпрацьованих газів AGRex. Завдяки дозуванню вторинного використання газів досягаються оптимальні умови процесів горіння, що призводить до зниження витрат палива. Електронна система управління вентилятором Viscotronic двигунів Deutz відповідає за оптимальне число його обертів. При цьому, разом з охолодженням двигуна, враховується охолодження коробки передач і повітря, що нагнітається. Результатом цього є значне збільшення ККД завдяки зменшенню витрат енергії.

Трактори Vario 930 оснащені автоматичною системою регулювання навантаження, яка дає змогу узгоджувати швидкість руху залежно від частоти обертання колінчастого вала.

Двигуни PowerTech, якими оснащені трактори моделей 8320R, 8345R, 8320RT, 8345RT виробництва фірми John Deere, обладнані автоматичною системою охолодження VariCool, яка підтримує оптимальну робочу температуру двигуна та гідросистеми. Це підвищує паливну економічність та збільшує тягове зусилля трактора. Двигуни мають також систему рециркуляції відпрацьованих газів.

Для підвищення тягових характеристик і полегшення управління пропонуються вдосконалені трансмісії. На тракторах цього типу, як правило, застосовуються безступінчасті або гідромеханічні коробки передач. Завдяки безступінчастому перемиканню передач

забезпечується раціональне використання потужності двигуна, оскільки під час зміни передачі не переривається потік потужності від двигуна до ходової системи.

Безступінчасті коробки передач забезпечують швидкісний режим руху трактора в інтервалі від 0,05 до 50 км/год в обох напрямках (вперед і назад) та плавність руху тракторів. Тому конструкцією тракторів не передбачено встановлення ходозменшувача.

Коробки передач сучасних тракторів становлять собою систему з розгалуженим потоком потужності – механічною та гідравлічною передачами.

Сумарна потужність (повний привід), яка передається двома потоками, дає змогу досягти високого ККД трансмісії. Деякі моделі тракторів, наприклад Vario 900, комплектуються гідротрансформаторами, які підвищують плавність руху і запобігають зупинці двигунів за умови виникнення перевантажень.

Трактори серії Axion 900 оснащені безступінчастою коробкою передач Smatic моделі ZF Essom з розгалуженим потоком потужності і з чотирма механічними діапазонами, які перемикаються за допомогою гідромфту.

Управління швидкістю руху може здійснюватися на вибір: за допомогою педалі акселератора або за допомогою Smotion. Обидва режими передбачають автоматичне регулювання швидкості обертання двигуна і передаточного відношення КПП.

Перемикання швидкісних режимів може здійснюватися вручну за допомогою кнопки в підлокітнику. У ручному режимі швидкість обертання двигуна і передавальне число коробки передач визначає механізатор.

Трактори фірми John Deere оснащені 16-швидкісною автоматичною трансмісією Powershift із системою Efficiency Manager, яка дає змогу натисканням кнопки здійснювати плавне, без розриву потоку потужності перемикання передач. Завдяки системі Efficiency Manager

**КАРДАНВАЛ** +38(098)418-66-85 +38(066)961-64-76 +38(093)437-76-28  
www.KARDAN-VAL.COM.UA

ИТАЛЬЯНСКИЕ КОМПЛЕКТУЮЩИЕ  
НАДЕЖНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПЛАСТИК  
КОВАНЫЕ ВИЛКИ

**ПРОИЗВОДСТВО КАРДАННЫХ ВАЛОВ**  
ДЛЯ ИМПОРТНОЙ И ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

оператор може контролювати швидкість руху (до 40 км/год), легко встановлюючи її для польових і транспортних робіт. У найбільш використовуваному робочому діапазоні від 4,8 до 12,9 км/год міститься 10 передач, а інтервал зміни швидкості становить 0,8 км/год. Рівномірний розподіл передаточних чисел дає змогу двигуну працювати в оптимальному діапазоні частоти обертів колінчастого вала з найбільш економною витратою палива.

Трактори серії T8 фірми New Holland обладнані 16-швидкісною КПП з системою управління швидкістю переміщення GSM Field, яка автоматично перемикає коробку передач і регулює частоту обертання двигуна залежно від навантаження. В КПП використано більш широкі зубчасті шестерні і додаткові диски муфти зчеплення, що дає змогу отримати більший обертовий момент і вищу продуктивність трактора.

На тракторах Fendt використовується система Tractor Management System. Завдяки цій системі тракторний агрегат підтримує задану стабільну швидкість незалежно від зміни енергоємності агрегату під час руху на підйом чи зі зміною щільності ґрунту.

Трактори такої потужності оснащуються повнопривідною ходовою системою з передніми і задніми веду-



Рис. 5. Конструкційні рішення для підвищення тягово-зчіпних характеристик та маневреності тракторів: а – трактор із баластним вантажем; б – встановлення коліс переднього моста

чими колесами. Вони, зазвичай, мають велику колісну базу, яка становить 3 і більше метрів. Реалізація потужності тракторів під час роботи з широкозахватними і комбінованими агрегатами, які потребують значного тягового зусилля на їх привід, зумовлює застосування шин підвищеної вантажопідйомності. Для підвищення зчеплення ходової системи із ґрунтом трактори оснащуються широкими шинами великого діаметру, а також застосовується здвоєння або строєння ведучих коліс та застосування баластних вантажів на передні й задні мости коліс (рис. 5 а).

Перерозподіл маси тракторів досягається різними конструктивними заходами: консольним виносом двигуна вперед, зміщенням робочого місця оператора в міжмостовій зоні тощо.

Для підвищення маневреності тракторів із великою колісною базою вони укомплектовані рамою передньої частини шасі й капотом, конструкції яких дають змогу зміщати місце встановлення коліс переднього моста до середини трактора (рис. 5 б).

Довга колісна база забезпечує додаткову стійкість трактора на виконанні транспортних робіт з високими швидкостями руху та кращі тягово-зчпні характеристики під час роботи з енергомісткими машинами.

Для забезпечення надійного гальмування під час транспортних робіт у конструкціях тракторів передбачена система синхронізації роботи гальм передніх і задніх коліс трактора та коліс причепа. Трактори також можуть оснащуватись системою гальмування двигуном.

З метою підвищення транспортної швидкості руху до 40–50 км/год трактори обладнуються більш ефективними (гідропневматичними) системами амортизації коліс передньої осі. Підвіска забезпечує умови для м'якого та плавного руху й дає змогу досягти високих швидкостей. Підвіска виконує важливу функцію під час виконання технологічного процесу на полях із нерівною поверхнею, зменшує поштовхи, які виникають від проходження перешкод, пом'якшує рух трактора, що впливає на ергономічність роботи механізатора.

Трактори комплектуються задніми та фронтальними навісними механізмами. Піднімання і опускання машин та управління їхніми гідравлічними приводами здійснюється від гідросистеми підвищеної продуктивності. Роботу гідравлічної системи тракторів забезпечують насоси продуктивністю 150–200 л/хв. Максимальний робочий тиск у гідравлічній системі робочого обладнання становить 20 МПа. Такої продуктивності гідросистеми цілком достатньо для того, щоб робота агрегованих із трактором машин була надійною та стабільною.

Трактори цієї потужності оснащені п'ятьма-шістьма секційними гідророзподільниками для управління машинами з агрегованими із задньою навіскою та дво-секційними розподільниками — для управління робочими механізмами, начепленими на фронтальну навіску.

Управління секціями гідророзподільників здійснюється за допомогою перемикачів на пульті управління. Трактори оснащуються електронними системами, які дають змогу запрограмувати послідовність дій, що виконуються до повороту в кінці гону, і управляти клапанами гідросистеми в автоматичному режимі.

Трактори можуть оснащуватись системами дистанційного управління та автоматичного регулювання положення важелів начіпних механізмів тракторів. Використовується також позиційне, силове та змішане регулювання положення важелів для стабілізації встановленої з кабіни глибини заглиблення робочих органів у ґрунт, довантаження задніх ведучих коліс трактора вагою і вертикальними зусиллями робочих машин та зменшення коливань тягових зусиль трактора. До автоматичних систем додатково вводять автоматичне дозоване зменшення глибини обробки ґрунту з метою усунення надмірного буксування ведучих коліс.

Трактори можуть бути оснащені системами автоматичного водіння за сигналами космічних супутників. На ґрунтообробних посівних агрегатах система автоматичного ведення забезпечує роботу в загінці з мінімальним перекриттям суміжного проходу. Особливого значення ці системи набувають у координатному землеробстві для змінного локального внесення добрив чи коригування розпилення отрутохімікатів відповідно до конкретних потреб різних ділянок поля.

Кабіна трактора встановлюється на еластичній підвісці. Поєднання підвіски ходової частини, кабіни та комфортне сидіння забезпечують зручні умови праці механізатора в полі. Якісна еластична підвіска кабіни забезпечує задовільні умови праці в умовах, коли використання загальної амортизації недопустиме (під час роботи з сільськогосподарськими машинами великої маси чи великої енергомісткості).

Управління всіма функціями трактора здійснюється з кабіни. Для ефективного управління наявними на тракторі електронними системами в кабіні встановлено спеціальний монітор.

Датчики, панель приладів і перемикачі легко читаються, мають зручне розташування. Це дає можливість оператору змінювати регулювання, не відриваючи погляду від поля.

На бічній стійці кабіни передбачено місце для кріплення GPS-приймача, монітора або стільникового телефону.

В кабіні встановлені підресорені та регульовані за нахилом широкі сидіння, рульова колонка, що регулюється за кутом нахилу і висотою, є верхні люки, шторки, кондиціонери, обігрівачі тощо. Сидіння тракториста регулюється за антропометричними характеристиками водія, а його амортизація — за масою.

Таким чином, розглянуті сучасні трактори повністю відповідають вимогам сьогодення і характеризуються покращеними характеристиками продуктивності, економічності та зручності для оператора. 