

## ЧИМ МІНСЬКИЙ ДВИГУН КРАЩЕ ?

*Віктор Погорілий, заступник директора з наукової роботи та випробувальної діяльності Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва (УкрНДІПВТ) імені Леоніда Погорілого*

*Микола Макаренко, сільськогосподарський радник, доцент кафедри «Трактори і автомобілі» Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка*

**Мінські 4-х циліндрові двигуни серії Д-240 та Д-245 завоювали прихильність користувачів високими техніко-економічними показниками, надійністю в роботі та ремонтпридатністю. А от як поведе себе рядна шістка Д-260.4 на тракторах ХТЗ?**

Двигуни Д-260.1 і його модифікації використовуються як силовий агрегат на енергонасичених колісних тракторах (Д-260.1 і Д-260.2), гусеничних тракторах (Д-260.14), кормозбиральних комбайнах (Д-260.4), енергонасичених енергетичних засобах УЕС-250 (Д-260.7) і інших машинах різного призначення. Досвід використання двигунів Мінського моторного заводу показує, що вони добре адаптовані до вітчизняних паливо-мастильних матеріалів і важких умов експлуатації. Вони при невеликих габаритних розмірах і масі мають значний запас крутного моменту (25 – 28%) і достатньо високу надійність і до того ж в Україні мінські двигуни найбільш поширені, тому не вимагають створення спеціалізованої ремонтної бази.

**Сьогодні, коли у споживача є вибір, який двигун встановити на трактор, виникає питання: «А які характеристики повинен мати цей двигун?». Замовника, перш за все цікавить потужність, економічність та надійність двигуна. Є запас потужності – впишеться в сучасний комплекс, що вимагає підвищеного тягового зусилля трактора.**

**Якщо порівняти мінський і ярославський двигуни, то слід відмітити, що потужність Д-260.4 – 210 к.с., ЯМЗ-236М2 – 180 к.с.** Запас по потужності, це добре, проте, потужність двигуна є величиною не постійною і напряму залежить від обертів його колінчастого валу. Іншими словами, на низьких обертах в роботі двигуна задіяна далеко не вся потужність, а тільки деяка її частина. Так при розгоні агрегату або при підвищенні навантаження, коли оберти знижуються менше номінальних, виявляється, що двигун «не тягне». Причина – в недостатньому крутному моменті.

**Саме крутний момент забезпечує високі тягові якості трактора.** Саме від характеру зміни його в залежності від частоти обертання колінчастого валу залежать експлуатаційні показники як трактора, так і машинно-тракторного агрегату в цілому.

Відомо, що крутний момент, – це добуток сили на плече важеля, до якого вона прикладена. В двигуні внутрішнього згорання роль важеля виконує кривошип колінчастого валу. Сила, що виникає внаслідок згорання палива, діє на поршень, складова якої через шатун і створює крутний момент. Таким чином, крутний момент є величина, що визначає наскільки швидко двигун може набрати максимальну потужність. Саме ця величина характеризує динаміку розгону. Також як і потужність максимальний крутний момент, вказується для конкретних обертів двигуна. При цьому важливим параметром є не стільки величина крутного моменту, скільки оберти, при яких він досягається.

Чим раніше досягається максимум крутного моменту і чим більш полого крива його зміни зменшується у міру збільшення обертів (тобто двигун має незмінну тягу), тим краще спроектований і працює двигун. При збільшенні навантаження (наприклад, при розгоні агрегату, або

при русі на підйом), оберти зменшуються, а крутний момент зростає і трактор без перемикання передач переборює навантаження. Проте отримати двигун, що має достатній запас потужності, високі оберти та ще і стабільний крутний момент в широкому діапазоні частоти обертання, непросто. Саме на це направлено застосування регульованого наддуву та різних систем регулювання впорскування палива, настройки випускної системи і ряд інших заходів. З двох двигунів однакового об'єму і потужності, переважає той, у якого вищий запас крутного моменту. За інших рівних умов такий двигун менше зношуватиметься, працюватиме з меншим шумом і менше витратиме палива, а також забезпечить меншу кількість перемикань передач.

В провідних двигунобудівних підприємствах світу на протязі ряду років ведуться роботи по підвищенню запасу крутного моменту дизелів сільськогосподарських тракторів. Поліпшення цього показника сприяє підвищенню продуктивності машинно-тракторних агрегатів, зниженню витрати палива, спрощенню трансмісії, підвищенню зручності управління трактором.

Якщо крилатий вислів, який приписують Керолу Шелбі «Кінські сили продають машину, в гонках перемагає крутний момент» застосувати до трактора, то отримаємо: **«Кінські сили продають трактор, на полі перемагає крутний момент».**

**Випробуваннями, проведеними в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого встановлено, що номінальний коефіцієнт запасу крутного моменту дизеля Д-260.4 складає 24%, а у ЯМЗ-236Д3 тільки 15%.**

У двигуна ЯМЗ-236Д3 зона обертів, що забезпечує потужність, близьку до максимальної, порівняно невелика і у випадку підвищення навантаження переходить на коректорну гілку регуляторної характеристики. Дизель при цьому працює з перевантаженням, з вихлопної труби йде чорний дим, а в поршневі групі інтенсивно відкладаються смолисті речовини. Довго працювати на такому режимі не можна.

**У мінського дизеля коефіцієнт запасу крутного моменту більший і саме тому про нього кажуть: «Працює не відчуваючи навантажень».**

З метою отримання достовірної інформації проведені комплексні аналітико-експериментальні дослідження по визначенню переваг двигунів Д-260.4 в реальних умовах експлуатації.

Відомо, що надійна тривала робота дизелів і їх високі техніко-економічні показники забезпечуються особливостями конструкції. Вони напряму залежать від його складових, рівня їх конструкторської розробки, матеріалів, якості виготовлення. Розглянемо, за рахунок чого мінським конструкторам вдалось створити досконалу конструкцію тракторного двигуна.

Потужність та економічність двигуна залежать, перш за все, від кількості палива, що подається до циліндру та повноти його згорання, а також від механічних втрат в поршневій групі та у двигуні в цілому. Для вирішення цієї проблеми у повітряному тракті двигуна Д 260.4 встановлений турбокомпресор, що забезпечує наддув (подачу під тиском) повітря в циліндри, з метою підвищення густини повітря, а, відповідно, і вмісту кисню в одиниці об'єму, що гарантує повне згорання дизельного палива. Він працює за рахунок енергії відпрацьованих газів, яка складає близько 30% від загальної енергії, що виділяється при згорянні палива. У безнаддувних двигунах вона втрачається, а в турбокомпресорі деяка частина її використовується для роботи. Оскільки розміри поршневій групі залишаються незмінними, то, відповідно, і механічні втрати на тертя практично не збільшуються, а залишаються на попередньому рівні. Саме ці фактори перш за все і забезпечують підвищення потужності і економічності двигуна.

Двигун, обладнаний турбокомпресором має високу питому потужність і крутний момент. Використання трубонаддуву дає можливість досягти заданих характеристик силового агрегату при менших габари-

тах і масі, ніж у разі застосування «атмосферного двигуна». Звідси витікає ще один важливий наслідок: у турбодвигуна краща паливна економічність. Адже він більш компактний і навіть при однаковій потужності з «атмосферним двигуном» ефективно витрачає паливо. У нього менша тепловіддача, насосні втрати і відносні втрати на тертя. Економія палива сприяє і більш високий крутний момент, при низьких частотах обертання колінчастого валу. Крім того, у турбодвигуна кращі екологічні показники. Менше споживання палива при інших рівних показниках означає менші сумарні викиди шкідливих речовин.

Наддув камери згоряння також приводить до зниження температури і, відповідно, зменшення утворення оксидів азоту. В таких дизелях додаткова подача повітря дозволяє зменшити межу виникнення димності, тобто боротися з викидами частинок сажі. Не було б наддуву, відомі проблеми просто закрили б їм л дорогу в майбутнє. Дизелі без наддуву насилу дотягують до норм «Євро-2».

Особливість конструкції турбокомпресора дизеля Д-260.4 є його оснащення регульованим тиском і наддуву. Застосування регульованого турбокомпресору дозволяє забезпечити необхідний закон зміни тиску наддуву по швидкісній характеристиці двигуна і запобігти надмірному підвищенню частоти обертання ротора турбокомпресора на режимі максимальної потужності. В даній конструкції використовується система регулювання, яка виконана шляхом автоматичного перепуска частини вихлопних газів повз турбіну. Регулювання кількості газу здійснюється за допомогою клапану тарільчатого типу з діафрагмовим виконавчим механізмом, встановленим безпосередньо на корпусі турбіни.

Стиснення повітря, що нагнітається турбокомпресором до циліндрів, неминуче приводить до його нагріву. Густина гарячого повітря менше ніж холодного, так що фактично (по вазі) в циліндри його потрапляло б не так багато, як могло б потрапити холодного.

Потужність дизеля Д 260.4 додатково підвищується охолодженням повітря, що надходить з турбокомпресора в циліндри, за допомогою повітряного радіатора-охолоджувача (інтеркуллера), в якому охолодження наддувочного повітря здійснюється шляхом обдування його зовнішньої ребристої поверхні повітряним потоком. Охолоджувач наддувочного повітря відбирає у всмоктуваного повітря тепло (повітря охолоджується з 70-90 °С практично до температури навколишнього середовища), густина охолодженого повітря підвищується ще більше, його ваговий заряд відповідно збільшується, що дає можливість подавати і більш ефективно спалювати підвищені дози палива.

Проведені випробування дизеля з регульованим турбокомпресором підтвердили істотне поліпшення характеристики системи подачі повітря, зниження теплової напруги при одночасному зростанні крутного моменту по всій зовнішній швидкісній характеристиці.

Введення регульованого наддуву дозволяє істотно змінити протікання залежності зміни крутного моменту, піднявши рівень максимальних величин і змістивши їх в зону знижених частот обертання двигуна.

Таким чином застосування такого турбокомпресора на двигуні Д-260.4 забезпечує:

- за рахунок високої ефективності компресора і турбіни турбокомпресора — високу питому потужність двигуна;
- за рахунок оптимальної системи регулювання — паливну економічність

- за рахунок оптимального співвідношення витрати повітря і палива на всіх режимах від холостого ходу до номінального — низький рівень викидів токсичних компонентів на всіх режимах роботи;

- за рахунок малих діаметрів робочих коліс — зменшення динамічного опору; малий момент інерції а в поєднанні з оптимальною системою регулювання, забезпечує додаткову подачу повітря на динамічних режимах;



- за рахунок регулювання наддуву — підвищення крутного моменту двигуна та зміщення його в зону низьких частот обертання колінчастого валу;

- за рахунок додаткової подачі повітря на режимах розгону, коли у двигуні з нерегульованими турбокомпресорами відбувається недостатня подача повітря — зменшення димності відпрацьованих газів.

З метою визначення реальних параметрів двигуна Д-260.4 на тракторі ХТА-200 виконані незалежні його випробування в лабораторіях Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва (УкрНДІПВТ) імені Леоніда Погорілого.

Як показали випробування в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого та досвід експлуатації тракторів у господарствах, трактор типу ХТЗ-170 з двигуном Д 260.4 за день витрачає менше палива в порівнянні, наприклад, з таким же трактором, обладнаним двигуном ЯМЗ-236М2. Реальна економія при виконанні однакових робіт під навантаженням складає до 40-60 літрів дизельного палива.

Результати польових спостережень підтверджують результати стендових випробувань. Так при агрегуванні трактора Т-150К оснащеного двигуном ММЗ Д-260.4 (210 к.с.) з важкою бороною УДА-3.8 (масою 3,25 тонн), якісно виконується технологічний процес, а витрата палива складає 5,5 л/га. Такий же трактор зі встановленим ЯМЗ-236М2 (180 к.с.) витрачає 7,7 л/га.

За зміну трактор, оснащений двигуном ЯМЗ-236М2 з бороною УДА-3,1 обробляє 18-22 га, а з двигуном ММЗ Д-260.4 за той же час — 30-34 га.

При використанні трактора Т-150К оснащеного двигуном ММЗ Д-260.4 (210 к.с.) на оранці в агрегаті з важким оборотним п'ятикорпусним плугом RS виробництва Німеччини, розрахованим на енергозасіб потужністю від 200 к.с., витрата палива складає 17-18 л/га. А у такого ж трактора з двигуном ЯМЗ-238 (240 к.с.) — 24 л/га при однакових швидкостях оранки.

В результаті типових випробувань тракторів ХТЗ-170 та ХТА-200, оснащених двигуном Д-260.4, встановлено, що двигун за конструкційними параметрами задовільно ув'язується з трансмісією трактора. Компонівка двигуна в підкапотному просторі задовільна. Незручності під час обслуговування двигуна не виникають. Двигун забезпечує показники потужності у відповідності з вимогами ТУ, відповідає за показниками паливної економічності.