

ПІДВИЩЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

**Сандомирський М.Г. проф., к.т.н., Кушнір Т.М. маг.,
Плугатарьов А.В. маг.**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Розглянуті можливості для подальшого форсування дизельного двигуна по потужності. Показано, що для цього можливо використати додаткову подачу палива з повітрям, що надходить у двигун в процесі впуску за умови забезпечення гомогенної суміші.

Відомо, що теоретична потужність сучасного чотирьохтактного двигуна залежить від розмірів всіх циліндрів та його швидкохідності. Дійсна потужність додатково обмежується головним чином величинами, пов'язаними з організацією процесів наповнення циліндрів повітрям у процесах пуску, процесами очистки циліндрів від відпрацьованих газів та організацію процесів подачі та згоряння палива. При цьому також впливає значення має температура, стан двигуна та деякі інші менш значні чинники.

Оскільки нижча теплота згоряння дизельного палива практично однакова і теоретично потребує для згоряння однакової кількості повітря, то для збільшення підведення теплоти при згоранні необхідно підвищувати кількість повітря, яке надходить у циліндри на такті впуску. Крім того слід враховувати, що у всіх дизелів за рахунок внутрішнього сумішоутворення для досягнення повноти вигорання палива слід забезпечити досить значний надлишок потрібного для згоряння повітря, який оцінюється коефіцієнтом надлишку повітря.

Відомо, що в сучасних дизелях головним засобом для збільшення максимальної потужності є використання наддуву, тобто примусової подачі в циліндри двигуна повітря з підвищеним тиском. По більшості для цього використовують газотурбінний наддув.

Відомо також, що з-за дуже короткого часу на сумішоутворення палива, яке впорскується поблизу верхньої мертвої точки, не встигає забезпечити гомогенну суміш з повітрям (суміш гетерогенна), а відсутність високотемпературного джерела запалювання призводить до механізму його згоряння через низку холоднопламєневих реакцій та затримку запалювання, яке є слідством поступового зростання концентрації продуктів цих реакцій і зростання температури, яке завершується тепловим вибухом. Таким чином має місце низькотемпературне багатостадійне запалювання на основі ланцюгово-теплового вибуху. Після цього продовжується надходження в циліндр палива, оскільки в дизелях тривалість впорскування суттєво перевищує тривалість затримки запалювання. Цей механізм призводить до затягування згоряння, яке крім того залежить від якості сумішоутворення. Наслідком цього є обмеження

швидкохідності дизелів, бо для ефективного використання палива, як відомо з термодинаміки, слід забезпечувати згоряння поблизу верхньої мертвої точки і не допускати його розтягування на процес розширення (робочий хід).

Тому в сучасних дизелях максимальну швидкохідність обмежують частотами обертання колінчатого валу у 2000-2400 об/хв.

Як бачимо, резервів для подальшого зростання максимальної потужності майже нема. Разом з цим слід розглянути ще одну можливість вирішення цієї задачі.

Наявність гетерогенної суміші, тобто суміші в якій паливо нерівномірно розподіляється в повітрі, призводить до того, що в осередках, де палива недостатньо або зовсім немає, згоряння не відбувається, а в інших місцях може знаходитися більша кількість палива ніж та, яка охоплена повітрям. В останньому разі це призводить до неповноти згоряння і димлення, яке обмежується ГОСТ'ом. Таким чином значна кількість повітря в камері згоряння не використовується. Наприклад, в сучасних дизелях на номінальній потужності коефіцієнт надлишку повітря досягає $\alpha=1,75\div 1,8$; тобто майже половина повітря зовсім не використовується для згоряння і як слід, підвищення потужності.

Використання цього повітря слід розглядати, як важливий резерв для підвищення максимальної потужності дизеля.

Сьогодні відомі виробники дизелів вирішують цю проблему шляхом використання багато соплових розпилувачів форсунок для більш повного охоплення повітря, що знаходиться в камері згоряння, струменями палива – з одного боку – і підвищенням тиску впорскування – з другого.

Багато сучасних дизелів обладнанні паливною апаратурою з тиском впорскування більше $P_{вп}=200$ МПа. Це забезпечує більш дрібне розпилування і краще сумішоутворення, що забезпечує можливість зменшення коефіцієнту надлишку повітря до $\alpha \approx 1,6$.

Зовсім інший шлях використання надлишкового повітря вже багато років шукають в напрямі подачі у циліндр в такті пуску повітря з домішкою палива. Це паливо теоретично може заповнити об'єми в камері згоряння, які не охоплені паливом, що впорскується форсунками. Наслідком цього може бути більш повне використання повітря (з подальшим зменшенням коефіцієнту α) і, як слід, з підвищенням потужності завдяки зростанню тиску газів при згоранні більшої кількості палива.

Така подача додаткового палива вирішує ще одну проблему, пов'язану з удосконаленням процесу згоряння в дизелі. Відомо, що одним з негативних явищ, які відбуваються при згоранні в дизелі, є дуже швидке зростання тиску, тобто дуже різке зростання навантаження на деталі дизеля. Його оцінюють відношенням зростання тиску ΔP до відповідного кута повороту кривошипа

$\Delta\alpha$, тобто величиною $\left(\frac{\Delta P}{\Delta\alpha}\right)$. Для забезпечення надійності роботи двигуна цю

величину обмежують значенням $\left(\frac{\Delta P}{\Delta\alpha}\right)=(0,8\cdot 1,0) \frac{\text{МПа}}{\text{град}}$, яке називають

жорсткістю роботи. За період затримки запалювання, про яке йшлося вище, форсунка встигає впорснути якусь частку циклової подачі, від величини якої

залежить жорсткість (і, як слід, ресурс двигуна). Зменшення цього негативного явища можливо досягти за рахунок забезпечення характеристики впорскування (відношення кількості палива, що впорскується за період затримки запалювання до кута повороту колінчатого вала і, як слід, кількості палива, яке встигає накопичитись до моменту згоряння (вибуху). Друга можливість полягає у скороченні періоду затримки запалення. Ця друга можливість реалізується при використанні палива з підвищеним цетановим числом.

В минулі роки були зроблені різні спроби вирішення цієї проблеми шляхом завчасної подачі відносно невеликої додаткової кількості палива з повітрям. Було встановлено, що досягти позитивного ефекту можливо в разі забезпечення гомогенності суміші додаткового палива повітрям. Ця проблема виявилась досить складною. Багато років тому американські вчені [1] запропонували для забезпечення гомогенної суміші прилад, який одержав назву мікрофог, в якому гомогенізацію суміші намагались досягти за допомогою ультразвуку. Нажаль позитивні результати не були одержані.

Другий напрям був пов'язаний з виростанням впорскування додаткового палива в циліндр у кінці такту впуску (відомий, як процес Wigem), тобто гомогенізацію бажали отримати за рахунок використання теплоти від відпрацьованих газів. Ця спроба забезпечила суттєве зменшення жорсткості, але не дала змогу зменшити сумарний коефіцієнт надлишку повітря, тобто підвищення потужності.

Інші спроби пов'язані з використанням в якості додаткового палива бензинів, які добре випаровуються і можуть забезпечити отримання гомогенних сумішей. Найбільші позитивні результати були встановлені Сахаровим Д.І. Йому вдалося підвищити потужність двигуна на 15 %.

В подальшому були успішні спроби при використанні бензину в якості додаткового палива, але при додатку 10% відносно кількості дизпалива, що впорискувалось.

Слід розглянути деякі висновки з цієї праці. Автор стверджує, що сильно збіднена однорідна бензино-повітряна суміш, яка подається на впуску, в процесі стиснення не займається, але окисні реакції, що в ній розвиваються, сильно полегшують запалення основного палива, яке подається звичайним шляхом. Навіть при низьких цетанових числах останнього, затримка запалювання буде дуже малою. Двигун працює при цьому м'яко з підвищеною потужністю і економічністю. І далі цитата:

«Такой смешанный процесс рационально использовать как средство дополнительного повышения мощности например, тракторных двигателей в условиях тяжелой пахоты».

Як бачимо технічне рішення для форсування дизеля за допомогою використання додаткового палива існує. Недолік полягає в необхідності використання на дизелі двох різних палив, що пов'язано з багатьма незручностями.

Тому слід вважати актуальним пошук технічних рішень, які б забезпечили підвищення потужності без використання бензину.

Для цього сьогодні накопичилися можливості пов'язані з розробкою

більш досконалої паливної апаратури, яка може забезпечити розпилювання важких палив до стану який наближається до стану пари бензину. Є надія, що з їх допомогою можливо буде вирішити проблему, яка розглядається. При цьому слід при розробці такої апаратури забезпечити пристосованість її, як до подачі важких палив, так і бензину.

Оскільки вимоги до цієї апаратури специфічні, тобто далекобійність струменів повинна бути невеликою, а дрібність розпилювання дуже високою, то найбільш придатними до цього слід вважати клапанні форсунки. Крім того ці форсунки не повинні мати прецезійних елементів, тобто бути придатними при використанні як бензину, так і важкого палива, наприклад, дизельного.

Є два відомі технічні рішення, які заслуговують експериментального дослідження: непрецезійна відома форсунка ФЕД та клапанна електрокерована форсунка згідно патенту України [3].

В обох варіантах досягається дуже висока якість розпилювання при розмірах крапель у 3-4 μm . Це дає впевненість в можливості їх випаровування в той невеликий час, за який відбувається цей процес в двигуні, і в досягненні гомогенної суміші.

В обох випадках паливну апаратуру для подачі додаткового палива можливо монтувати на будь-якому зручному місці, а форсунки встановлювати у ресивер наддувочного повітря.

Висновки. Проведений аналіз можливостей для подальшого форсування дизеля по потужності без погіршення економічності.

Запропоновано використання сучасних досягнень у розробці паливної апаратури, здатної до забезпечення потрібної якості розпилювання палива і досягнення гомогенної суміші з можливістю використання як бензинів, так і важких палив.

Список використаних джерел

1. Alperstein M., Swim W, Schweitzer P. Fumigation kills smoke-improves diesel performance. – "SAE Trans", 1958, vol. 66, p.574.
2. А.Н. Воинов. Сгорание в быстроходных поршневых двигателях. Москва, "Машиностроение", 1977.
3. Патент України № 30243, Форсунка клапанного типу з електрокеруванням. 25.02.2008.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Сандомирский М.Г., Кушнир Т.М., Плугатарев А.В.

Рассмотрены возможности для дальнейшего форсирования дизельного двигателя по мощности. Показано, что для этого можно использовать дополнительную подачу топлива с воздухом, который поступает в двигатель в процессах впуска при условии обеспечения гомогенной смеси.

Abstract

RISE OF MAXIMAL POWER DIESEL COMBUSTION ENGINE

M. Sandomirskiy, T. Kushnir, A. Plugatarev

Possibilities for the further forcing of diesel engine on power are considered. It is shown, that for this purpose it is possible to use the additional serve of fuel with air which enters engine in the processes of admittance on condition of providing of homogeneous mixture.

УДК 631.311.001.57

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ РУХУ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ НА МІЖРЯДНІЙ ОБРОБЦІ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР

Єсіпов О.В. к.т.н., доц., Поляшенко С.О. к.т.н., доц., Шуляк М.Л. асист.
*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Обґрунтовані закономірності з оцінки точності руху МТА на міжрядній обробці просапних культур.

Постановка проблеми. Сучасні машинно-тракторні агрегати (МТА) рихлять ґрунт при обробці просапних культур захисними зонами 18-20 см обробляючи не більше 50 % площі. Для підвищення якості технологічних операцій з догляду за посівами просапних культур необхідно обробляти не менше 80 % площі міжрядь, при припустимому до 3 %, агротехнічними вимогами вирізанні культурних рослин. Це може буди досягнуто, в основному, за рахунок удосконалення системи автоводіння МТА.

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування рекомендацій з підвищення точності руху при міжрядній обробці просапних культур.

Основна частина. При рішенні проблеми точності руху МТА зазвичай вирішується завдання підвищення їх функціональної точності, при якій оцінюється відхилення параметрів (погрешностей) системи від їх розрахункових (номінальних) значень, що виникають під впливом різних дестабілізуючих чинників [1, 2, 3, 4]. При цьому вивчається вихідний параметр x системи, що є рішенням функціональної задачі відповідно до цільового призначення технічної системи в цілому або її складових частин, вхідних сигналів, що характеризуються характеристиками S і параметрів схемних елементів системи q . Відповідно до цього модель системи будується у вигляді функціональної залежності

$$x = J(S, q). \quad (1)$$

Залежність (1) в загальному випадку відрізняється від потрібної. Для оцінки системи правильності відтворення залежності (1) вводиться поняття