

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і
природокористування України
Механіко-технологічний факультет

Представництво Польської академії наук в Києві
Відділення в Любліні Польської академії наук
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

"Агроінженерія:

сучасні проблеми та перспективи розвитку"

(7–8 листопада 2019 року)

присвячена

90-й річниці з дня заснування

механіко-технологічного факультету НУБіП України



Київ – 2019

ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ ДОЗВОЛЯЮТЬ ВИКОНАТИ ВИМОГИ ДІЮЧИХ МІЖНАРОДНИХ ЕКОЛОГІЧНИХ СТАНДАРТІВ В ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНАХ ПОЗАШЛЯХОВИХ МАШИН

Бешун О. А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Очевидно, що актуальність пошуку шляхів вирішення одних з найгостріших глобальних проблем – економії енергетичних ресурсів та зменшення навантаження на довкілля буде лише посилюватись з часом. Через введення на законодавчому рівні жорстких норм токсичності і димності ВГ (відпрацьованих газів) автотракторних і комбайнових двигунів та жорстку конкуренцію практично всі двигунобудівні компанії та всі провідні виробники тракторів і інших мобільних машин поступово модернізують свою продукцію з метою дотримання вимог екологічних стандартів Stage (Tier).

Основні технології, системи і агрегати для зниження викидів шкідливих речовин з ВГ дизелів наступні: EGR (Exhaust Gas Recirculation) – рециркуляція (перепуск) ВГ; SCR (Selective Catalyst Reduction) – селективна (вибіркова) каталітична нейтралізація ВГ (відновлення із застосуванням реагенту – сечовини); DOC (Diesel Oxidation Catalyst) – каталітичний окислювальний нейтралізатор; DPF (Diesel Particulate Filter) – сажевий фільтр (сажовловлювач); VGT (Variable Geometry Turbine) – турбокомпресор зі змінною геометрією; HPCR (High-Pressure Common Rail) – акумуляторна система паливopодачі з підвищеним тиском впорскування палива (від 120 (перше покоління) до 220 (четверте покоління) МПа); ULSD (Ultra-Low Sulfur Diesel) – дизельне паливо з наднизьким вмістом сірки; застосування проміжного охолодження повітря за рахунок інтеркулера (радіатора типу «повітря-повітря»); вдосконалення процесу згоряння за рахунок розроблення ефективніших камер згоряння; використання спеціальної моторної оливи; нові ущільнення клапанів та ін. Виконаємо аналіз дизелів, що відповідають такому високому рівню екологічності. Всі твердження про переваги і якості двигунів приводяться з матеріалів компаній-виробників.

Компанія *Perkins Engines Co. Ltd* (Великобританія) створила свій перший дизельний двигун Perkins 400F класу Stage IIIb (Tier 4 Final). Пропонуються 3- і 4-циліндрові моделі двигуна з робочим об'ємом 1,5 і 2,2 л, з турбонаддувом та без нього, потужністю 25...45,5 кВт. В цих двигунах використовується технологія EGR і сажевий фільтр з пасивною регенерацією. При необхідності можлива організація активної регенерації. Двигуни призначені для малогабаритної спецтехніки.

Компанія *Cummins Inc.* (Великобританія) створила 9-літровий двигун останнього покоління QSL9 потужністю 298 кВт, який також відповідає нормам Stage IV (Tier 4 Final). В ньому використовується технологія EGR з

охолодженням, а в конструкцію двигуна вбудований компактний мідно-цеолітовий нейтралізатор системи SCR (CCC-SCR), який не потребує примусової регенерації. Двигун обладнаний турбокомпресором зі змінною геометрією і системою впорскування палива надвисокого тиску ХРІ.

Фінська компанія *Agco Sisu Power* (входить в американську AGCO Corp.) розпочала серійний випуск двигунів потужністю понад 130 кВт, які також відповідають нормам Stage IIIb (Tier 4 Interim). Розроблена компанією технологія e3 SCR не потребує технічного обслуговування. Відповідність екологічним нормам досягається без застосування технології EGR, сажевого фільтра (DPF) та турбіни зі змінною геометрією (VGT).

Японська корпорація *Kubota Corporation* вже випускає декілька серій (10 моделей) безнаддувних дизельних 1, 2 і 3-циліндрових двигунів потужністю від 5,15 до 18,5 кВт з рідинним охолодженням, які також відповідають нормам Tier 4 Final. Завдяки використанню в конструкції двигунів процесу E-TVCS (Three Vortex Combustion System – «згоряння з трьома завихреннями») з непрямим впорскуванням (IDI), при якому в камері згоряння суміш добре змішується за рахунок формування трьох вихорів, обробки ВГ в системі випуску не вимагається.

Компанія *FPT Industrial*, яка спеціалізується на дослідженнях, розробленні, виробництві та продажу двигунів та іншого обладнання, завершила розробку дизеля для сільськогосподарської техніки С13 з двоступінчатим турбонаддувом і розпочала його виробництво. Двигун потужністю до 485 кВт обладнаний системою Common Rail нового покоління, з тиском впорскування 2200 бар, системою SCR і відповідає нормам Stage IIIb (Tier 4 Interim).

В двигунах компанії *Volvo Construction Equipment (VCE)*, які відповідають нормам Stage IIIb (Tier 4 Interim), застосовується технологія V-ACT (Volvo-Advanced Combustion Technology – «вдосконалена технологія процесу згоряння палива»), в якій використаний цілий каскад інновацій: впорскування палива при надвисокому тиску зі змінними параметрами, система EGR підвищеної ефективності з охолодженням, точне управління роботою турбокомпресора, нова електронна система управління двигуном EMS і сажевий фільтр з пристроєм регенерації при температурі 700 °С. Система регенерації Volvo на відміну від систем інших виробників може діяти під час роботи машини.

Німецька двигунобудівна компанія *MTU Friedrichshafen GmbH*, яка входить до складу *Tognum AG*, однією з перших представила на виставках зразки своїх нових дизелів з вдосконаленим процесом згоряння палива, що відповідають вимогам стандартів Stage IV (Tier 4 Final). Вони обладнані системами EGR і SCR та сажевим фільтром DPF. Ці двигуни були створені на базі технологій компанії *Daimler* спеціально для позашляхової будівельної, промислової і сільськогосподарської техніки.

Компанія *MAN Truck & Bus AG* (Німеччина) представила 6-циліндровий рядний дизель D0836 потужністю 250 кВт, який відповідає нормам Stage IV (Tier 4 Final). В його конструкцію входять агрегат двохступінчатого наддуву з проміжним охолодженням повітря, системи Common Rail, EGR з охолодженням і SCR з сажевим фільтром.

Компанія *John Deere Power Systems* запустила у виробництво серію двигунів для позашляхової техніки PowerTech, які відповідають екологічному стандарту Tier 4i (Interim) (Stage IIb). Системи паливоподачі з електронним управлінням забезпечують цим двигунам високий ККД. Переваги цих систем паливоподачі наступні: високий тиск впорскування, система зміни кута випередження впорскування палива, точне управління процесом впорскування палива, вдосконалений холодний пуск, обмін даними з іншими системами машини, і, звичайно ж, відповідність сучасним екологічним стандартам.

Компанія *Fendt* впроваджує в своїх тракторах Fendt Vario SCR-технологію для забезпечення високого рівня екологічності а також зниження витрати палива. Так, перехід від норм Stage IIIa до норм Stage IIb для тракторів Fendt Vario супроводжується додатковим зниженням витрати палива на 14 %. Всі двигуни *Caterpillar Inc.* в діапазоні від 8,2 до 328 кВт відповідають нормам Stage IIb (Tier 4 Interim). Особливістю їх є відмова від використання технології SCR. Нейтралізація токсичних компонентів ВГ досягається за рахунок застосування технології ACERT. Ця технологія розроблена компанією Caterpillar і являє собою поєднання вдосконалених турбонаддуву, паливоподачі і електронного управління. В системі випуску двигунів встановлюються нейтралізатор DOC і сажевий фільтр DPF з вдосконаленою системою пасивної або активної (залежно від моделі двигуна) регенерації CRS.

Компанія *Deutz AG* представила широкий спектр двигунів сімейства TCD потужністю від 28 до 520 кВт, які відповідають нормам Stage IIb (Tier 4 Interim). Всі ці двигуни випускаються серійно і обладнуються фірмовою системою з електронним управлінням Deutz Common Rail (DCR) з тиском впорскування 1600, 1800 або 2000 бар. Деякі з них обладнуються турбонаддувом (іноді, з проміжним охолодженням повітря з перепускним клапаном і електронним управлінням). Фірмова комплексна модульна система зниження токсичності DVERT (Deutz Variable Emission Reduction Technologies) містить такі компоненти, як системи EGR з охолодженням, SCR, нейтралізатор DOC, сажевий фільтр з окислювальним нейтралізатором PIC, традиційний сажевий фільтр DPF, системи регенерації фільтрів сажі шляхом дозованого впуску повітря або подачі палива по командах системи управління.

Співробітникам компанії *JCB* (Великобританія) спільно з дослідницькою компанією Ricardo за рахунок значних фінансових вкладень вдалося вдосконалити процес згоряння в дизельному двигуні JCB Ecotach T4, який відповідає нормам Stage IIb (Tier 4 Interim) без оброблення ВГ в системі випуску. Розроблений ними процес згоряння Twin Vortex Combustion System («з подвійним завихренням»), передбачає застосування нової конструкції камери згоряння і нової геометрії сопла форсунки. Використовується система рециркуляції ВГ EGR з охолодженням. Двигун оснащений турбокомпресором зі змінною геометрією, системою Common Rail і електронним управлінням зі зворотним зв'язком, створеним спільно з компанією Delphi.