

універсалізації – об'єднання в одному пристрою двох, трьох і більше регуляторів різного призначення.

Отримані та наведені експериментальні результати повністю підтверджують попередні теоретичні та розрахункові дослідження, а також повну працездатність розробленої САР.

Доведено доцільність впровадження можливих напрямків розвитку та перспективних наукових досліджень електронних інформаційних систем дизелів, зокрема обґрунтовано можливість адаптації розробленого алгоритму для використання у паливній апаратурі з електромагнітно-клапанним керуванням, окреслена концепція створення «розумного» дослідницького випробувального стенду, описано схему послідовності синтезу системи керування на основі предиктивної моделі.

Третяк В.М., к.т.н., доцент, завідувач відділом мобільних енергетичних засобів та біоенергетики Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України. ORCID iD 0000-0012-7641-7262. viktor_tretyak@ukr.net

ПРОБЛЕМИ МОБІЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА УКРАЇНИ

В Україні у різних галузях та різних формах власності використовується автотракторна техніка з двигунами потужністю понад 150 к.с. (вантажівки різної вантажності, тягачі, трактори загального та спеціального призначення, транспортні бази для спеціального обладнання). Для їх виробництва та забезпечення запасними частинами було задіяно заводи «Серп і Молот», Харківський завод тракторних двигунів, ВО «Південьдизельмаш», Чугуївський завод паливної апаратури, харківський завод «Поршень», Дергачівський завод турбокомпресорів та низку інших підприємств різного підпорядкування. Нажаль, всі ці підприємства не витримали конкуренції із закордонними поставками техніки (в тому числі і «secondhand»). В процесі експлуатації двигуни внутрішнього згорання зношуються та потребують своєчасної заміни. Заміна цих двигунів можлива на імпортні моделі з відповідними технічними характеристиками та перспективами постачання запасних частин необхідної якості та відповідної вартості.

Загальносвітова економічна криза, яку створили наслідки пандемії «Covid 19», показала роз'єднання певних економічних догвірних відносин між суб'єктами торгівлі, що негативно впливає на стабільну експлуатацію тягово-транспортних засобів в особливих економічних умовах. Таким чином, слід розглянути можливість імпортозаміщення моторно-трансмісійних установок автотракторної техніки.

Для сучасного економічного стану України створення нових виробничих потужностей з повним циклом виробництва транспортних поршневіх двигунів внутрішнього згорання загального призначення з урахуванням ринків збуту є недоцільним. У всесвітньо відомого підприємства «Мотор Січ» були спроби

організувати виготовлення дизельних двигунів автотракторного призначення. Але малий попит нового бренду перешкодив виходу на масове виробництво з конкурентною ціною.

В номенклатурі виробництва цього підприємства запропоновано цілі сімейства газотурбінних вальних двигунів (ГТВД) різної потужності та різного призначення з відбором потужності через вал та спеціальний редуктор. Привабливими особливостями газотурбінних двигунів є мала маса, висока питома потужність, швидкий пуск в різних температурних умовах, здатність економічно працювати на різних видах вуглеводневого палива високий моторесурс та простота обслуговування. Тому такі двигуни широко поширені в авіації (турбогвинтові літаки, гелікоптери), морському флоті (військових кораблях), компресорних станціях магістральних газопроводів, пересувних електростанціях та в інших галузях, де необхідно мати надійне джерело механічної енергії.

В свої часи були спроби використання таких двигунів на потужних тягово-транспортних засобах – тракторах К-700, К-701 та КраЗах. Результати експериментальних досліджень тракторів типу К-700 та автомобілів КраЗ підтвердили високу паливну економічність при русі в сталих режимах з оптимальними балансами потужності та великими перевитратами палива на перехідних режимах руху. Універсальна характеристика двигуна ЯМЗ-238, який встановлювався як на К-700, так і на КраЗ, суттєво відрізняється від характеристики ГТВД більш широким полем мінімальної питомої витрати пального.

Успішне використання ГТВД підтверджено не тільки світовим досвідом експлуатації турбогвинтових енергетичних установок на економічних транспортних літках (Ан-12, Ан-22, Ан-24, Ан-26, Ан-32, Ан-140, С-130 (США), AirbusCN-235), а і як енергетичні установки робочого обладнання для зенітних комплексів типу «Бук», С-300, С-400 та інших мобільних об'єктах.

Таким чином, ГТВД доцільно використовувати при режимах споживання довготривалої постійної потужності (транспортні літаки, морські кораблі, компресори, електропостачання радіолокаційної апаратури). Слід зауважити, що для надійної роботи дизельного двигуна при змінному навантаженні (трактори, автомобілі, генератори для електрозварювання) на нього встановлюють багаторежимні регулятори подачі палива. Такі регулятори мають дві основні зони регулювання – регуляторну та коректорну. Переважну частину робочого часу дизельні двигуни з метою підтримання незмінної частоти обертання працюють в режимі коректорного регулювання, що обумовлюється необхідністю мати запас потужності для запобігання зупинки двигуна при непередбачуваному збільшенні навантаження. Але робота в регуляторній зоні характеризується суттєвим підвищенням питомих витрат пального – в 2 ÷ 4 рази. Тому експлуатаційні витрати пального значно більші за паспортні дані мінімальних витрат пального дизельного двигуна.

Різкі кон'юнктурні коливання цін на вуглеводневі палива та підвищення вимог щодо екологічності автотракторної техніки примусили провідні світові

фірми вирішувати ці проблеми шляхом впровадження більш складних моторно-трансмісійних установок. Зокрема впровадженню гібридних силових агрегатів.

Гібридною моторно-трансмісійною установкою (ГМТУ) в мобільній енергетиці слід називати енергетичну частину тягово-транспортного засобу (ТТЗ) з кількома двигунами, які мають різні вихідні характеристики та об'єднані в комплексну єдину систему з перетворення енергії різних джерел в корисну роботу.

Переважає більшість ГМТУ в своєму складі має накопичувач енергії, який нівелює потужність, яка споживається ТТЗ і дозволяє первинному двигуну працювати в режимі постійної потужності. Гібридні моторно-трансмісійні установки поділяються на паралельні, послідовні та послідовно-паралельні. Паралельні ГМТУ передбачають спеціальні пристрої для керування потоками механічної потужності від різних двигунів (тепловий, електричний) та накопичувачів енергії до рушіїв та інших споживачів енергії. Переважно це подільники та змішувачі на основі зубчастих планетарних передач та безступеневих трансмісій (варіатори, гідростатичні машини, електричні машини та їх комбінації). В якості буферних накопичувачів енергії для технологічних процесів з повторенням максимальних навантажень протягом до десятків секунд можуть використовуватись іоністори або маховики.

Різниця режимів роботи автомобілів в умовах міст від виконання технологічних операцій в полі ТТЗ полягає в тому, що міський автомобільний транспорт досить велику кількість енергії втрачає при гальмуванні, а для технологічних операцій в польових умовах гальмування нехарактерне. Тобто, режим рекуперації енергії не передбачається.

Для технологічних процесів в режимі «start-stop» доцільно використовувати ємнісні накопичувачі енергії – електричні акумулятори різних типів.

При виборі проектних режимів руху ТТЗ доцільно мати статистичні дані з експлуатації. Наприклад середня робоча швидкість сільськогосподарського агрегату становить 10 км/год. Його транспортна швидкість 20 км/год. А середня швидкість руху спеціального рухомого складу в колоні – відповідно 35 км/год. Виходячи з цього на підставі спрощених розрахунків можна визначити середню потужність, яка споживається для визначення потужності ГТВД.

Відсутність масового виготовлення надійних електричних мотор-колес передбачає використання електричних двигунів у складі традиційного ведучого мосту з диференціальним розподіленням потужності по колесам. Таким чином, в залежності від схеми ходової системи, кількість привідних електричних двигунів буде дорівнювати кількості ведучих мостів, а їх потужність повинна залежати від маси ТТЗ (від маси залежить і сила тяги рушіїв) та необхідно швидкості знаходитись в межах 100 ÷ 150 кВт.

Основні комплектуючі для гібридних моторно-трансмісійних установок можуть виготовлятися українськими підприємствами за освоєними технологіями на існуючих засобах виробництва.

В Україні серійно виготовляються ват «Мотор січ»газотурбінні двигуни сімейства АІ-450 для легких літаків з тяговими гвинтами та гелікоптерів, основні технічні характеристики наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Основні характеристики газотурбінного вального двигуна АІ-450

Потужність, к.с.	465
Питомі витрати пального, г/к.с.·год	260
Витрати повітря, кг/с	1,72
Габаритні розміри, мм	1085x536x515
Суха вага, кг	103
Призначений ресурс, год	12 000

Електричні машини для електровозів, тепловозів, трамваїв, тролейбусів можуть виготовлятися на виробничих потужностях харківського ДП завод «Електроважмаш», номенклатура деяких зразків його продукції наведена в таблиці 2.

Таблиця 2.

Тягові електродвигуни для тепловозів, електровозів, трамваїв, тролейбусів, вагонів метро, великовантажних автосамосвалів

ТИП	ПОТУЖНІСТЬ, кВт	НАПРУГА, В	ЧАСТОТА ОБЕРТАННЯ, 1/хв	МАСА, кг
АД 902У2	170	570	1240/3410	750
АД 902МУ2	170	530	1270/3600	750
АД 903У1	180	450	1480/3960	650

Для гібридних ТТЗ велика ємність акумуляторної батареї (накопичувача енергії) не потрібна. Тому можна використовувати дешеві свинцеві акумулятори в легких режимах експлуатації, які виготовляються дніпровською «Істою». Силові системи керування електричними потоками енергії також можуть виготовлятися на підприємствах України із застосуванням сучасних імпорتنих комплектуючих.

Висновки

1. В Україні втрачено виробництво транспортних двигунів внутрішнього згорання загального призначення.
2. Використання імпорتنих моторно-трансмісійних установок призведе до:
 - погіршення економічної безпеки держави;
 - зменшення рентабельності власного виробництва та експлуатації тягово-транспортних засобів різного призначення;
 - втрати ремонтпридатності в умовах вітчизняних підприємств;
 - нестабільного забезпечення запасними частинами.

3. Промисловість України здатна забезпечити потреби споживачів сільського господарства та оборонно-промислового комплексу в сучасних моторно-трансмійних установках потужністю 200 - 400 кВт.

Література

1. Третяк В.М, Особливості вибору складових елементів тягово-транспортних засобів із гібридними моторно-трансмійними установками. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2018. Вип. №8 (107). С – 175-183.
2. Агеев Л.Е. и др. Сверхмощные тракторы сельскохозяйственного назначения / Л.Е. Агеев, В.С. Шкрабак, В.Ю. Моргулис-Якушев, – Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1986.– 415 С.
3. Газовая турбина на железнодорожном транспорте. Бартош Е. Т. Изд-во «Транспорт», 1972, стр. 1—144.
4. В.П. Степаненко. Определение параметров накопителей энергии комбинированных силовых установок. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 8. С. 166–174.
5. Bagotsky V. S. Electrochemical power sources : batteries, fuel cells, and supercapacitors / V. S. Bagotsky, A. M. Skundin, Y. M. Volkovich, -Pennington: ECS, -2005. – 400p.
6. Бажинов О.В., Двандненко В.Я. Автомобільні гібридні силові установки. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2016. 186 с.
7. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві//Навч. Посібник/В.Т. Надикто, М.Л. Крижачківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула. -2006. – 337 с., іл.
8. Третяк В.М., Болдовский В.Н., Потапов Н.Н., Давиденко Е.Ю. Метод определения воздействия ходовых систем тягово-транспортных средств на почву. Вестник ХПИ / Сборник научных трудов.-2007.-Вып. 12 С. 24-30.
9. Кацыгин В.В., Горин Г.С., Зенькович А.А., Кидалинская Г.В., Неверов А.И., Орда А.Н. Перспективные мобильные энергетические средства (МЭС) для сельскохозяйственного производства.– Мн.: Наука и техника. 1982– 272 с., ил.
11. Третяк В.М. Зчленені тягово-транспортні засоби /Харьков 2002г Сборник научных трудов Харьковского государственного технического университета сельского хозяйства. Тракторная энергетика в растениеводстве. Выпуск 5.
13. Кошарный Н.Ф. Техно-эксплуатационные свойства автомобилей высокой проходимости. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. 208 с.
14. Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили. – М.: Машиностроение, 1981. – 279 с., ил.
15. Николаенко А.В., Бахмутов С.В., Кулаков Н.А. Инновационные разработки МГТУ «МАМИ» в области гибридного автотранспорта. – Минск,

Сборник трудов международной научно-технической конференции "Инновации в машиностроении", 2008. <http://www.park5.ru/articles/1/554>

16. Волонцевич Д.О. Тяговый баланс перспективного колесного бронетранспортера с электромеханической трансмиссией / Д.О. Волонцевич, Е.А. Веретенников, Я.М. Мормило, та ін. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Харків : НТУ «ХП», 2017. – № 42 (948). – С. 17–22.

Авершин Андрій Геннадійович, к.т.н., асистент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, avershin.andrey@gmail.com

ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОШИРЕННЯ ЗАБРУДНЕНЬ В МІСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Вступ

Забруднення повітря у міському середовищі становить велику проблему для мешканців великих міст. На сьогодні автотранспорт є одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря. Над великими мегаполісами повітря містить в 10 разів більше аерозолів і в 25 разів більше газів. До 70% шкідливих викидів дає автомобільний транспорт. Також небезпека викидів від автомобільного транспорту полягає в тому що джерело розповсюдження розташовані безпосередньо на рівні людини. Велика концентрація автотранспорту у безпосередній близькості від житлових будинків, освітніх закладів, лікарень та ін. є основною проблемою поширення забруднень від автотранспорту.

До числа основних складових забруднювачів атмосфери від автотранспорту відносяться свинець, оксид вуглецю, оксид азоту. Найбільшу небезпеку становлять оксиди азоту. Вони в 10 разів більш небезпечні ніж чадний газ.

Аналіз та прогнозування розповсюдження шкідливих викидів в міському середовищі є нагальною потребою великих міст. Чисельні методи допомагають вирішити ці питання.

Огляд

Аналіз літератури вказує на значне поширення чисельних методів в області зовнішньої аеродинаміки. На сам перед це пов'язано зі значним ростом обчислювальних потужностей сучасних комп'ютерних систем.

Так в літературі [1] йдеться про порівняння чисельного моделювання та натурних вимірювань аеродинамічних характеристик в вулицях міста. Увага приділяється до завдання граничних умов та вірному визначенню шорсткості поверхні землі.

В [2] описується застосування чисельних методів до попереднього планування забудови міського середовища з урахуванням оцінки вітрового навантаження на будівлі та поля швидкостей на вулицях.