

МОБИЛНОСТ НА КОПНЕНИТЕ ВОЗИЛА И ПРИМЕНА НА ВОЗИЛА НА ЕЛЕКТРИЧЕН ПОГОН

Елениор НИКОЛОВ

Воена академија „Генерал Михаило Апостолски“ – Скопје

АПСТРАКТ

Побарувањата од Воените копнени возила се дефинираат во зависност од терените, кои ги поминуваат и од специфичните перформанси дефинирани од корисниците. Додека терените низ историјата на копнените возила се незначително променети, специфичните перформанси секогаш евулираат со секоја промена во технологиите и заканите поврзани со нив.

Овој труд содржи краток преглед на постоечките и идните побарувања на возилата, и применетите технологии неопходни за нивно задоволување, вклучувајќи го тука примарно погонот, кој може да биде класичен мотор до станици за гориво.

Помеѓу различните технологии, земајќи ги во предвид потребите за идните возила, возилото со електричен погон има позиција како водечки кандидат.

Клучни зборови: хибридно-електричен погон, дизел мотори, турбини, горивни ќелии, трансмисија

GROUND VEHICLE MOBILITY REQUIREMENTS MEETING THE CHALLENGE WITH ELECTRIC DRIVES

Elenior NIKOLOV

Military Academy „General Mihailo Apostolski“ – Skopje

ABSTRACT

Military ground vehicle requirements are defined by the terrains they traverse and the performance specifications defined by users. While terrains have not changed much throughout the history of ground vehicles, the performance specifications have always evolved with the ever-changing technologies and the threats associated with them.

This paper contains a summary of current and future vehicle requirements, and the enabling technologies necessary for meeting them, including prime power sources which range from conventional engines to fuel cells.

Among the various technologies under consideration for future vehicle needs, electric drive stands out as a leading candidate. Therefore, a good portion of the paper is dedicated to electric drive systems and their impact on vehicle missions; particularly mobility.

Key words: hybrid-electric drive, diesel engines, turbine, fuel cells, transmission

1. ВОВЕД

Воените возила мора да имаат капацитет да бидат оперативни било каде во светот, под екстремни услови на околината, од многу ниски температури на арктикот до многу интензивни топлини во пустините и од многу тврди камени и асфалтирани патишта до ритчеста и мека земја. Тие мораат да издржат вибрации, удари и силни превртувања искусени за време на возење по теренски услови, по нерамни терени, а исто така треба да бидат способни за користење за подолг период на време со многу малку или никакво одржување.

Горе наведениот опис е извлечен од книга издадена од АМС (american motor center) во 1965 година. Сите спомнати услови се уште важат и денес. Како и да е, има и додатни побарувања, кои ја менуваат целосно филозофијата за дизајн на возило. Возилата за во иднина, мора да бидат полесни, побрзи и поспособни за развој, но во исто време посмртоносни (огнена моќ) и посспособни за опстанок. Овие ограничувања се наметнуваат кон отстапување од традиционалните методи

на правење на тенкови. Затоа, новите применети технологии треба да бидат развиени и имплементирани, за да ги постигнат техничките предизвици на идните возила. Во врска со опстанокот, треба да биде развиен електромагнетен оклоп за замена на тенките оклопни плочи. А во врска со огнената моќ, треба да се воведат проектили со повисоки брзини и со многу голема способност за пенетрација. Во поглед на мобилноста, активни и полуактивни системи за потпирање мора да се земат во предвид за да се постигнат поголеми теренски брзини на движење.

Погоре спомнатите возила за иднина побаруваат електрична енергија која може да се произведе, складира и предаде на различните корисници во возилото преку интегриран систем за моќност и преносен систем. Такво целосно електрично борбено возило претставува концепт чие време доаѓа.

2. ПОБАРУВАЊА ЗА МОБИЛНОСТ

2.1. Степени на мобилност

Постојат три степени на мобилност: Стратегиска, оперативна и тактичка. Стратегиската мобилност е способноста на возилото да се движи во оперативен простор. Ова имплицира дека полесните и помалите возила имаат поголема стратегиска мобилност. Оперативната мобилност е способност на возилата да се движат со сопствен погон и со различни брзини. Тактичка мобилност или борбена мобилност е способноста на возилото да се движи преку разни терени и препреки како што се ров, канали и речни струи.

Побарувања од оперативната и тактичката мобилност се екстремни но неопходни бидејќи возилото мора да биде способно да оперира во разни воени средини. Најкритични побарувања на мобилност се:

- Максималната брзина на возилото
- Максимална брзина на возилото во теренски услови на движење
- Совладување на угорнина
- Управување
- Забрзување
- Кочење

2.2. Влечни сили

Некои од побарувањата на мобилноста (управување, совладување на угорнина) се специфицирани како термините влечна сила во однос на тежината (F_V/G). Влечната сила претставува онаа сила потребна за да предизвика движење на возилото. За понатамошно разјаснување, моментот на тркалото односно погонското тркало е производ од влечната сила и радиусот на погонското тркало.

Истовремено, односот F_V/G за 60% угорнина и за завртување на возилото е приближно ист и е еднаков на 0.6, и гасенично возило движејќи се со 25 km/h при завртување со радиус на вртење од 15.25 m при што неговите гасенични платна се оптеретени на напрегања, исто како да совладува угорнина од 40 %. Постои гранична точка, т.н. точка на ладење, на односот F_V/G и изнесува 0.7. Тоа значи дека системот за ладење на возилото мора да биде димензиониран така да погонските компоненти можат да бидат постојано изложени на оптеретувања еквивалентни на односот 0.7 на F_V/G без преминување на температурните граници. Максималната вредност која може да се постигне за односот на F_V/G е 1.2, кој е потребен при екстремни ситуации, како што се извлекување од подлабоки и замрзнати калливи терени. Најкритичен е односот F_V/G за регенеративно управување со вредност од 0.9, за секоја од страните на возилото, а изнесува 1.0, кога има поставен диференцијал помеѓу двете страни на возилото. Рационалноста на последното побарување е во тоа што горенаведеното се однесува за специфични ретки оперативни услови, каде што тежината на возилото може да се користи само со едно гасенично платно. Такви ситуации се случуваат кога едното гасенично платно е во ров или тврда замрзната кал или мраз. Друга ситуација е кога едно гасенично платно е во ров до тој степен кога е потребно значително задвижување. За овие две ситуации беше пресметан и добиено дека односот F_V/G изнесува 0.9 кој мора да биде постигнат од она гасенично платно кое ја носи тежината на возилото. Слика 1 илустрира различни степени на односот F_V/G за различни ситуации опишани претходно.

Треба да се забележи дека вредностите на односот F_V/G за точката на ладење и побарувањата за совладување на угорнина се во континуитет. Каде што овие вредности за максималниот однос на F_V/G од 1.2 и регенеративното управување од 0.9 за една страница на возилото, се привремени менувајќи се во временски период од 0 до 60 секунди.



C .d

Главните равенки за мобилност се следните:

$$F_v = R_f + R_a + R_v$$

$$DF = F_v - (R_f + R_a + R_v)$$

$$R_f = G \cdot \sin(\arctg(0.01 \% u))$$

$$R_v = (C_x \cdot A \cdot v^2) / 418.5$$

Каде е:

R_f – сила на отпорите на тркалање, е таа сила која се спротивставува на движењето на возилото, а се јавува помеѓу контактот на пневматикот и подлогата а исто така претставува функција од количината на пропаѓање на тркалото или пневматикот во мека подлога. Подрачјето на вредности на овие отпорни сили се помеѓу 2% до 10% од вкупната тежина на возилото [3].

R_a – Сила на отпор при угорнина.

R_v – Сила на отпор на струење на воздухот.

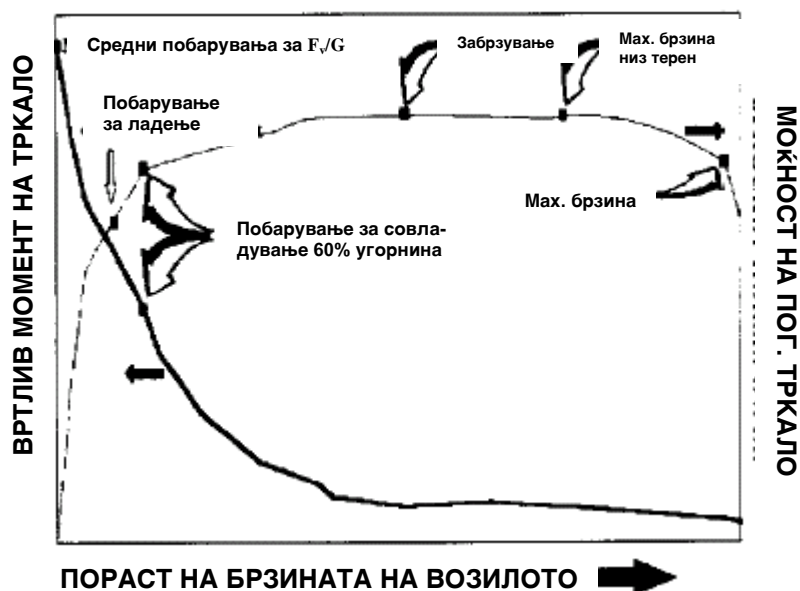
C_x – коефициент на челниот отпор.

A – челна површина на возилото.

v – брзина на возилото

2.3. Услови за моќност на возилата

Условите како што се забрзувањето, максималната брзина, управување на поголеми радиуси на завртување и брзини на движење во теренски услови, зависат од расположивата моќност на возилото добиена од моторот и пренесена до погонските тркала потребна за различни услови на мобилност на возилото. Кај сите возила моќноста се пренесува од моторот до погонските тркала преку некаков тип на трансмисија (механичка, хидраулична или електрична) со различни брзини и вртежни моменти. Врската помеѓу овие параметри е дефинирана со оперативна карактеристика како што е дадена на слика 2.



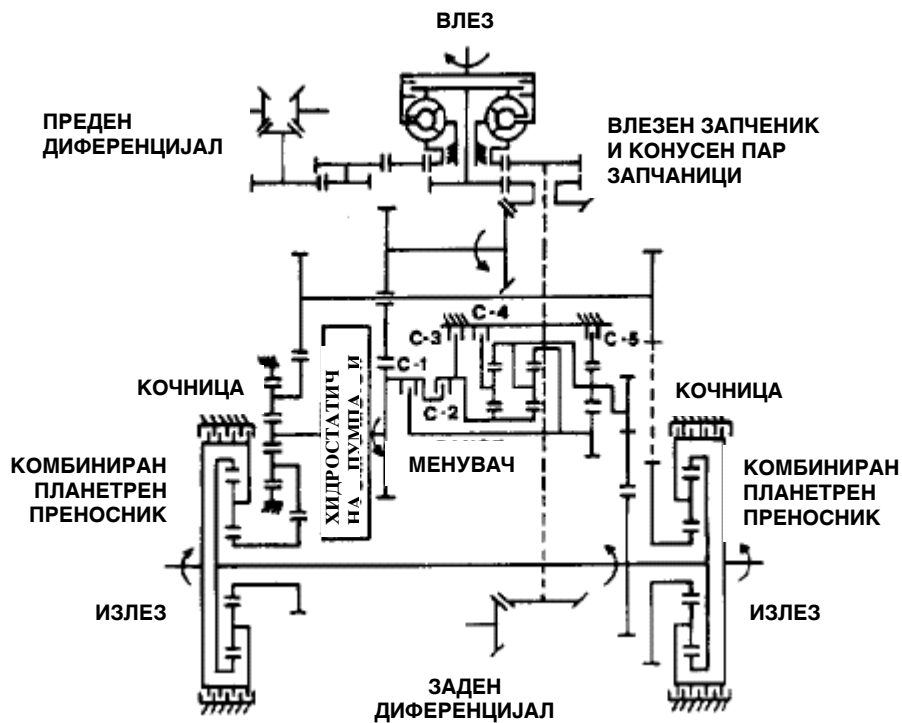
С л .

За борбено возило, секоја точка прикажана на оперативната карактеристика претставува критично побарување. Максималната брзина се бара за да може возилото да се движи побрзо во оперативната зона. Максималната брзина во теренски услови му овозможува на возилото да се движи со највисоката можна брзина во зоната на борбени дејства, со што се минимизира изложеноста како подвижна мета. Побарувањето од совладување на 60 % нагорнина, за што е потребна специфична моќност од 0.6 со брзина на движење од 10 km/h, е неопходно за следење на најстратегиските правци и покрај неповолните теренски услови. Друг важен услов е да возилото располага со специфична моќност од 0.7 kW/kg, која е потребна за ретки екстремни услови, опишани во точка 3.2 (Влечни сили). Побарување за поголеми забрзувања е директно во врска со опстанокот при борбените дејствија

да му овозможи на возилото максимален капацитет за брзи препади и маневар.

Развиените хидромеханички и хидрокинетички трансмисии можат да ги исполнат сите побарувања на возилото, опишани погоре; со кои се предава соодветен дел од моќноста од моторот на трансмисијата. Електричната трансмисија кај хибридните возила на електричен погон нуди две предности за разлика од механичките претставници на трансмисија соодветно на бараната мобилност на возилата, а тоа се: поголеми забрзувања и способност на голема моќност. Поголемото забрзување произлегува од максималниот вртежен момент при нулта брзина (при мал број на вртежи), што е карактеристика за сите електрични мотори. Големата моќност се добива од системот за складирање на енергија.

Една важна мобилна операција не е прикажана на оперативната карактеристика, а тоа е управувањето. Некои услови за управување со гасеничните возила имаат потреба од моќност на надворешната гасенична лента што ја пречекорува моќноста на моторот и за двапати.

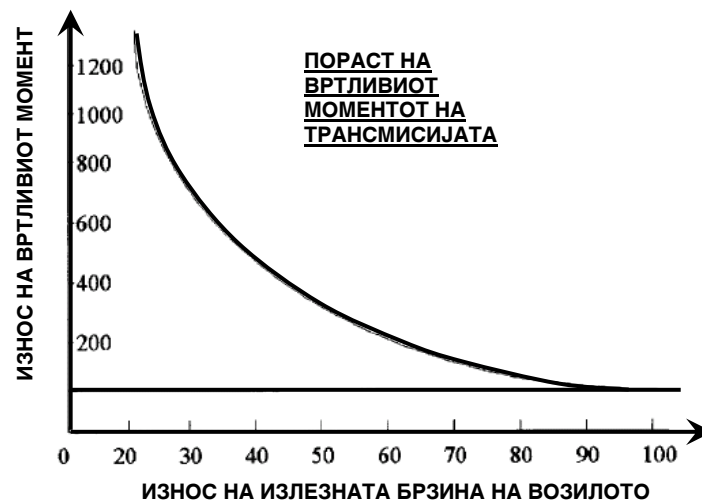


С л .

Надворешното погонско тркало треба да е способно да искористи за погон околу 220 % од добиената моќност од моторот и моќноста предадена на внатрешното тркало изнесува до 165 % од моќноста на моторот, која може да биде регенерирана на надворешното погонско тркало со соодветно дизајнирана трансмисија.

Регенерација на моќност може да се постигне со главна спојка и структура (распоред) на преносниците во случај на механичка и хидраулична трансмисија како на слика 3 и електрично во случај на електричен погон [1]. Равенката за моќност потребна на погонското тркало е дадена со следниот израз:

$$P_t = F_v \cdot v / 375$$



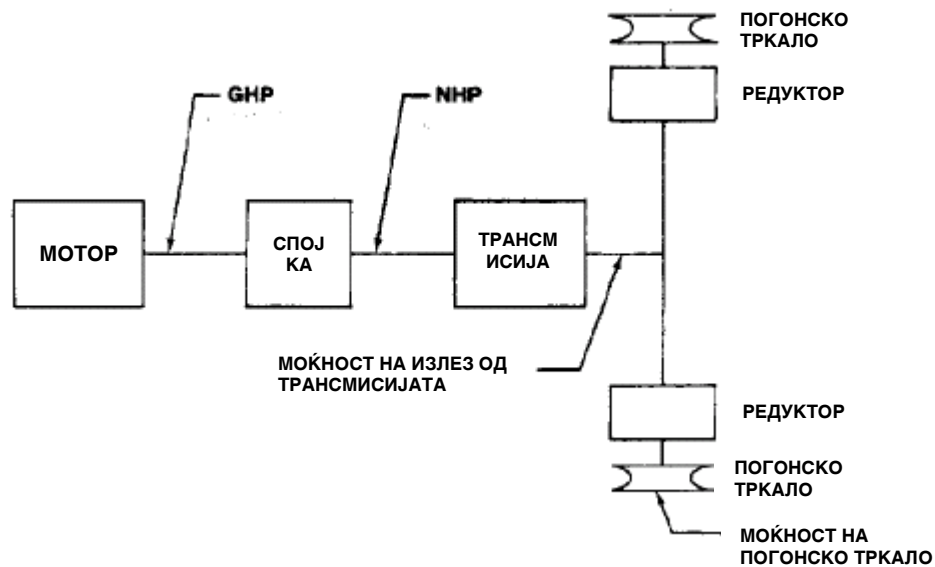
С л .

Вообичаено е да изнесува нето моќноста на погонското тркало околу 75% од моќноста на моторот во зависност од дијапазонот на брзината на возилото од 10 % до 100 %, додека остатокот од 15 - 20 % од моќноста на моторот се троши на фрикционите, преносните и топлотните загуби. Сликата 4 ја прикажува зависноста на брзината и вртежниот момент на гасеничното возило од степените на брзина на возилото.

3. ПРЕСМЕТКА НА ПЕРФОРМАНСИТЕ НА ВОЗИЛОТО

3.1 Механички погон

Типично гасенично возило со хидраулична трансмисија (или хидрокинетичка, хидромеханичка), е покажана на слика 5.



С л .

Приближно загубите можат да бидат со следните вредности:

С ѝ о р е д н и ѝ е 15 %

85% ефикасност

Т р а н с м и с и ј а ѝ а 15 %

85% ефикасност

К р а ј н и о ѝ 3 %

97% ефикасност

Се добива вкупната ефикасност на трансмисионата линија:

$$Eff_{tr} = 0.85 * 0.85 * 0.97 = 70\%$$

Според тоа бараната вкупна моќност на моторот се добива по следниот израз:

$$P_m = P_{tr} / 0.70$$

4. ЕЛЕКТРИЧЕН ПОГОН

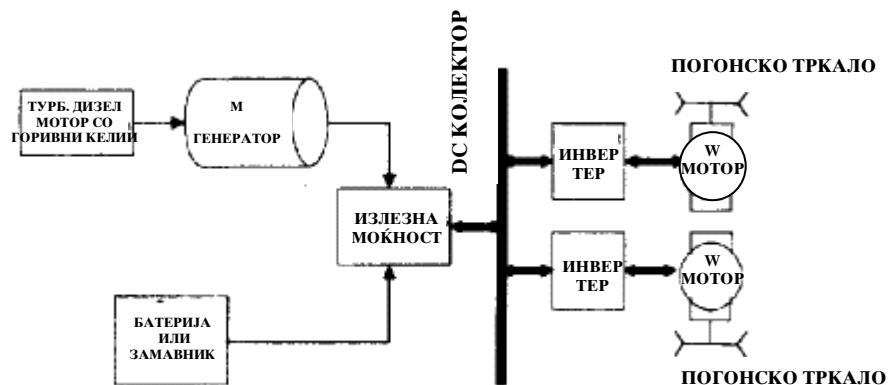
Постојат неколку погледи (мислења) од почетокот на минатиот век за електричниот погон на автомобилите и товарните возила како за индустриска и воена намена.

Како и да е, секое мислење завршувало со идентификацијата на технички проблеми, така да електричниот погон останува само во мис-

лите на инжењерите и научниците додека во пракса првенствено се применуваат конвенционалните погони, како што се моторите со внатрешно согорување со механичка и хидраулична трансмисија. Два од главните проблеми (негативности) на системите со електричен погон се големината на батериите и поголемиот број на контролни уреди. Покрај нејзините негативности, електричните погони се многу успешни во оние случаи кога има потреба од висока моќност, како на пример електричните локомотиви, бродови и опрема за минирање.

Би требало да се забележи дека најголем број од причините за прифаќање (неприфаќање) на електричните погони останале исти во последните шеесет години. За комерцијални примени, нивна предност е дека имаат висока економичност на гориво, редуцирана емисија на штетни продукти, модуларни компоненти и подобри перформанси.

Слично на претходно кажаното, исти се причините за примена на електричните возила во воени апликации, иако со нивната примена се добиваат неколку многу важни придобивки кои се значајни за воените мисии, како што се нечујното набљудување, тивката мобилност, поголема електрична енергија на располагање за возилото, подобар распоред на просторот под оклопот на возилото и флексибилност на дизајнот било за предните било за задните системи на погонот.



С л . х и б р и д н е њ њ и р и ч е н

Слика 6 ја покажува типичната конфигурација на возилата со електричен погон за воена примена.

Шемата која е многу општа, покажува хибриден систем, кој има два извори на моќност – мотор СВС (турбински или дизел), кој го задвижува генераторот и опрема за складирање на енергија (замавник или батерии). Целата моќност добиена од еден извор или од двата

извори заедно, се насочува DC колектор и се пренесува до влечните мотори и останатите помошни елементи, потребни за совладување на постојани и секундарни товари [2].

Хибридниот систем има предности, бидејќи може да користи мал мотор кој може да задоволи некои постојани побарувања за мобилност со помала потрошувачка на гориво и помали степени на емисија за разлика од спротивниот случај, кога се употребува класичен систем за кој се употребуваат поголеми мотори.

Сите моментални побарувања во хибридниот систем се исполнуваат со помош на складираната енергија. Елементите на системот се соодветно димензионирани за да се добива доволно голема моќност, за совладување на бараните услови, како што се забрзувањето или совладување на бараната нагорнина.

Хибридниот систем, исто така, овозможува, додатна способност за нечујно набљудување и тивка мобилност, додека возилото е погонето само со електричните батерии.

4.1. Пресметка на перформансите

Карактеристиките на перформансите на електричните погони се базираат примарно на проекциите и ограничените податоци од тестовитенаправени со прототипови. Затоа, сите претпоставки за перформансите поврзано со вкупната ефикасност на системот и степенот на брзини на возилото треба да се потврдат со практични тестови на терен и нивно развивање. Како и да е, податоците добиени со лабораториски тестови на компоненти покажуваат дека вкупните загуби на електричниот погон се еквивалентни на оние од механичките системи. Типичната електрична трансмисија, прикажана на слика 6, се состои од генератор/алтернатор, засилувач, DC колектор, два влечни мотори и нивни инвертори. За таков систем, загубите се пресметани и изнесуваат:

<i>Г е н е р а њ о р</i>	4 %
96% ефикасност	
<i>З а с и л у в а ч</i>	4 %
96% ефикасност	
<i>М о њ о р и</i>	5 %
95% ефикасност	
<i>И н в е р њ о р</i>	5
95 % ефикасност	

Останатите загуби се слични на оние на механичкиот погонски систем, на пример изнесуваат 15% и загубите на крајниот редуктор се 3%.

Вкупната ефикасност на системот е:

$$Eff_{tr} = 0.96 * 0.96 * 0.95 * 0.95 * 0.85 * 0.97 = 69\%$$

Според тоа бараната вкупна моќност на моторот се добива по следниот израз:

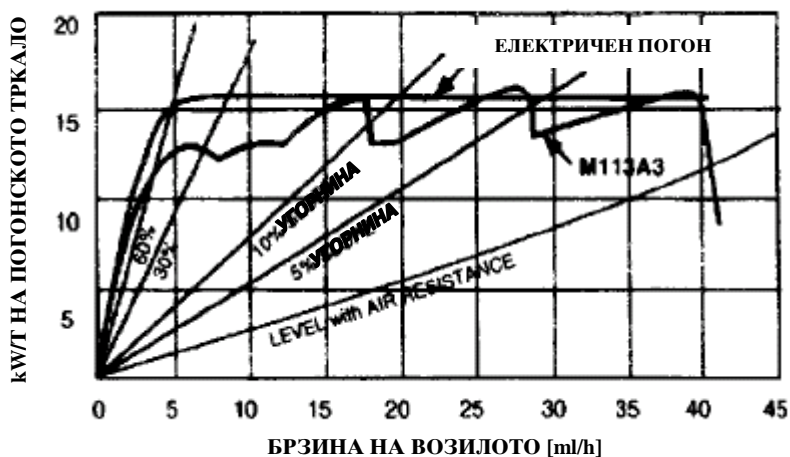
$$P_m = P_{tr} / 0.69$$

4.2. Предности

Некои од предностите се претходно спомнати. За да се разберат придобивките од електричниот погон кај воените возила; би требало да се развива нивното влијание врз критериумот за мобилност на повисок степен.

4.2.1. Ефекти врз брзината и забрзувањето на возилата

Електричниот погон реализира подобра агилност за разлика од механичкиот систем, поради неразделните карактеристики на вртежниот момент на сите електрични мотори.



С л . к а H A M W W E M 1 ч н а с -
м и с и ј м / H A M W W E M 1

За разлика од механичките и хидрауличните трансмисии, електричните мотори постигнуваат максимален вртежен момент на нулта брзина, со што се обезбедува поголема моќност при забрзување на мал број на вртежи, како што е прикажано на слика 7. Во прилог на тоа, се додека нема менување на пренос со запчаници, електричниот погон има

улога на континуирана променлива трансмисија каде моментот и бројот на вртежи се пренесуваат на влечниот мотор и се соодветни на бараната мобилност врз база на континуитет. За движење по нерамен терен, електричните погонски системи обезбедуваат вишок на моќност наменета за активното потпирање кое е потребно да одржува стабилност на платформата на нерамниот терен при високи брзини на движење.

4.2.2. Ефекти при совладување на нагорнина

Електричните погони успешно се покажаа за совладување на 60 % успони (нагорнини) со брзини еднакви или повисоки од оние постигнати со примена на механички погон. Во случај на хибриден систем, акумулираната енергија, со која располага возилото, може да се искористи за постигнување на максимална моќност, потребна при совладување на ритчест терен, со задржување на константна брзина на движење.

4.2.3. Ефекти при управувањето

За возила на тркала не постои разлика помеѓу управувачките системи кои се користат, освен фактот дека електричниот управувачки систем е поинтегриран со електричниот погон. За возилата на гасенични платна, како и да е, електричниот управувачки систем нуди прецизна контрола со тоа што едниот мотор има улога на генератор, кој го успорува внатрешното гасенично платно, а го забрзува надворешното, при завртување на возилото во одредена страна, и обратно.

Исто така, тоа е истиот принцип како кај механичките системи, да механизмот ја постигнува разликата помеѓу брзините на гасеничните платна, само што е поедноставен процесот кај електричните погони.

4.2.4. Ефекти при кочење

Во случај на кочење на возилото, двата влечни мотори се претворени во генератори за да го успоруваат возилото до негово застанување. Значителна предност кај електричното кочење е способноста на системот е да ја задржи кочивната енергија и да ја поврати како акумулирана енергија на возилото. Таа енергија е регенерирана у преусмерена во било која друга во батерискиот систем или наменета за други потрошувачи во возилото.

5. ПРЕДИЗВИЦИ И ПРИМЕНА НА ТЕХНОЛОГИИ

Најкритичната техничка бариера за електричниот погон е ограничената работна температура на полупроводниците за висок напон, што се користат во моторот и контролорот на генераторот. Способноста и надежноста за работа со високо напонска моќност со досега

развиените силиконски уреди е ограничена со термалните перформанси. Работната температура на силиконските уреди е ограничена приближно до 150°C.

Други параметри, како што се надежност, фреквенција, способност за работа со високонапонска моќност на полупроводниците се исто така ограничени од термалните карактеристики на силиконскиот материјал.

Клучниот предизвик за примената на електричниот погон е да се развијат такви прекинувачи на полупроводниците за висок напон, со кои системот ќе даде таков ниво на перформанси со што ќе се задоволат побарувањата за потребните карактеристики на возилото. Како и да е, стратегијата на развој нема да се фокусира само на прекинувачите на полупроводниците. Напредувањето со колото за топологија и контрола на конверторот на моќност, термалниот распоред, и подобрувањата кај другите компоненти, како што се кондензатори, или индуктори можат исто така да дадат значителни подобрувања на системот.

Најважни придобивки од нивото на системот, за воени примени, се следните:

Повисока надежност, подолг живот, висока ефикасност, докажана горивна економичност, пониска цена, помали загуби, помали и полесни компоненти и редуцирани означувања. На ниво на прекинувачи, специфични технички предизвици полупроводниците за висок напон се:

Помали загуби, повисока надежност, повисока работна температура, помал термички отпор, повисока способност за мали осцилации, и работа на повисока фреквенција при повисоки степени на моќ.

Употребата на широки повеќеслојни полупроводници може да има значително влијание врз примената на електричниот погон на повеќе начини.

Широки повеќеслојни материјали даваат повисоки работни температури и многу повисоки електрични полиња. Ова води до значителни подобрувања на надежноста, ладењето, густина на моќноста. Освен тоа, силиконскиот карбид (SiC) е најнапреден од групата на широки повеќеслојни материјали. Повисоката контактна температура е овозможена со легури на SiC, дава поефективно ладење со ладилно средство кое издржува повисоки температури, подобра способност за мали бранувања, и повисока густина на моќ. SiC – ните тиристори веќе покажаа сигурна работа до 500 °C, многу повисока од возможната со употреба на силиконските материјали.

Проценките укажуваат дека SiC уреди, најверојатно диодите, може да бидат комерцијално во употреба до крај на 2003 година. Секако, постојат значителни проблеми да биде потенцијалот на материјалот потполно реализиран.

Аномалии на материјалот, особено деструктивните аномалии, наречени “микроруптури”, мора да бидат редуцирани. Подлоги со висок квалитет, едообрзно подмачкани, и со мала веројатност за отказ мора доследно да се произведуваат. Производството и технологиите за изработка на тие уреди мора да бидат напредни.

Значителен е напорот насекаде во светот да се произведуваат корисни SiC подлоги за приклучните уреди.

5.1. Примарна моќност

Примарната моќност, и понатаму, што се користи за електричниот и хибридно - електричниот погон ја имаат конвенционалните мотори.

Брзоодните дизел мотори во денешно време се развиваат за хибридно електрични автомобили и камиони. Горивни ќелии се развиваат во САД, Канада и Европа како алтернативна примарна моќност, но не се очекува набрзо тие да ги заменат конвенционалните мотори.

5.2. Дизел мотори

До денес повеќето демонстрирани електрични возила се погонети со дизел мотори. Главните причини за избор на дизел моторите се нивната прилагодливост и висока ефикасност во споредба со други типови на погон. Покрај тоа, дизел моторите имаат одредени негативности кои понатаму би требало да се решат за да успешно се користеле во хибридниот електричен систем. Прво, дизелот е тежок што се покажува преку специфичната моќност [kW/t], и тешко ја постигнува саканата величина од 20-25 [kW/t], а исто така се бара поголем систем за ладење. Второ, дизел моторот има висок степен на бучава и знаци на димност. За хибридниот систем постои можноста да се намали тежината и потребата за ладење кај дизелот со намалување на димензиите на моторот што е можно со соодветен дизајн и избор на системот за акумулација на енергија.

5.3. Турбини

Турбината идеално е погодна за електрични и хибридно електрични возила. Нејзината излезна брзина се прилагодува на онаа од алтернаторот кој и дава погон и нема потреба од менувач за брзини. Таа е лесна со многу помал број на елементи споредено со дизел мотор и

работи со помалку загревање, а заради тоа и системот за ладење е мал и не се поставува проблем за дизајнот и интеграцијата на целиот систем. Но, покрај тоа турбината, имаа одредени негативности. Почетната цена на турбината е релативно висока, има потреба од големи количини на воздух за полнење, што наметнува и пречистување на воздухот како потреба, и не е толку ефикасна колку дизел моторите. Обично специфичната ефективна потрошувачка на гориво (g_c) на турбината е 0.45-0.50 lbs/hph во споредба со 0.35 lbs/hph за дизел мотор.

За примена во хибридниите системи, ефикасноста на турбината може да постигне прифатлив ниво, само кога работи во квази стационарна состојба; која е возможна во услови кога брзината на движење не е зависна од брзината на моторот кај хибридниот систем. Ова ќе ја заштити турбината од непотребно вртење додека се менува брзината возилото, а со што се предизвикува поголема потрошувачка на гориво.

Друга можна примена на турбински мотори во електричните погони е електричното турбо полнење кое денес сеуште се истражува. Овој концепт ја претвара енергијата од издувните гасови на дизел мотор, во работа на турбинското коло на помала турбина и ја претвара топлината на издувните гасови во електрична енергија.

5.4. Горивни ќелии

Горивните ќелии се сеуште во фаза на развој. Нивна предност е што се карактеризираат со висок степен на ефикасност. Поради хемиската конверзија на хемиската во електрична енергија, горивните ќелии имаат ефикасност до 60 %. Во помал размер на примена, горивните ќелии се покажаа за стационарни машини и за автобуси. Сепак, за примена во мали комерцијални возила како и за воени возила, горивните ќелии имаат недостатоци кои бараат развојни програми, што ги класифицира како технологија која бара големи временски граници. За комерцијална примена, горивните ќелии се големи и зафаќаат голем простор, па бидејќи инсталацијата е комплицирана, нивната конфигурација не е едноставна.

За воени примени, горивните ќелии ќе се интересни, доколку тие користат исти горива кои ги користат воените возила. Тоа значи дека горивните ќелии би барале реформатори за да се екстрахира водородот од хидрокарбонатите пред тие да се прифатат за воена примена. Користењето на реформатор значително би ја намалило ефикасноста на горивната ќелија до нивото на дизел моторот [2].

6. Заклучок

Воените возила имаат потреби кои се дефинираат, зависно од видот на мисиите што се изведуваат низ различни терени и средини било каде во светот. Овие барања ја поставуваат филозофијата за дизајнирање на овие возила, која евулирала последните 80 години паралелно со технолошката еволуција.

Идните возила имаат нови барања, кои не би можеле да се задоволат со конвенционалните методи. Затоа, новите технологии треба да се развиваат и применат за да се задоволат барањата (потребите) на идните возила. Волењето на електричен погон е примарен кандидат за цел свет во XXI век. Неговата примена ќе ги задоволи и воените и комерцијалните примени иако мотивите и придобивките не се исти. Иако електричните и хибридни електрични возила и камиони може да се користат на денешните автопати, сеуште не се спремни за употреба во војската поради загубите во електронската моќ. Денешните развојни програми на широка материјала како Силициум карбид, се полни со ветувања за широка примена на електричните возила во следните десет до петнаесет години од денес.

Литература

- [1]. G. Khalil & R. Tuck, U.S. Army Tank-automotive and Armaments Command. "The steering of tracklaying vehicles" 1996 SAE Convention, Detroit, Mich.
- [2]. J. Hitchcock. U.S. Army Tank automotive and Armaments Command "Alternative Prime Power Sources for an All Electric Combat Vehicle" 1997 AECV conference proceedings, Dearborn, Mich.
- [3]. М. Димитровски, Т. Давчев, Е. Николов, *М о ѝ о р и* ,
Воена академија – Скопје, 1999 година