تجزیه و تحلیل انجن هوای فشرده

پوهنیار ساربان مختار[۱] ، پوهنیار حمایت الله مجیدی[۲] ، پوهنیار میلاد احمد عبدالله[۳]

[۱]دیپارتمنت انجنیری میخانیک، پوهنځی انجنیری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

[۲،۳]دیپارتمنت انجنیری برق او الکترنیکس، پوهنځی انجنیری، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: Sarban.780@ku.edu.af

چکیده

در این مقاله سعی شده است تا راه‌حل‌های مؤثر برای استفاده از منابع بدیل چون هوای فشرده در عوض سوخت‌های رایج در فعالیت انجن‌های احتراق داخلی جستجو گردد. مطالعه و تحلیل راه‌کارهای جدید برای استفاده از هوای فشرده در فعالیت انجن‌های احتراق داخلی جهت جلوگیری بیش از حد از منابع طبیعی و مواد سوختی است. هدف از این تحقیق طراحی و تغییر انجن چهار ستروک پطرولی به انجن هوای فشرده می‌باشد. تحقیقات علمی و تحلیل‌ها درین زمینه استوار بر اصل لابراتوار و تحلیل نتایج مربوطه می‌باشد. تحلیل در طرح و اصلاح لوب‌های کیم‌های انجن احتراق داخلی فکتور اساسی تبدیل مواد احتراقی به هوای فشرده در انجن‌های چهار ستروک احتراق داخلی در نظر گرفته شده است. با استفاده از هوای فشرده منحیث مواد احتراقی می‌توان بهبود کارایی، کیفیت محیط زیست، کاهش مصارف کمک کرد. سیستم‌های کنترول هوشمند می‌توانند عملکرد و کارآمدی طرح شده را بهبود بخشند.

اصطلاحات کلیدی: انجن هوای فشرده؛ انجن‌های چهار ستروک احتراق داخلی؛ کیم؛ هوای طبیعی؛ بیودیزل؛ انرژی آفتابی

Compressed Air Engine Analysis

Sarban Mukhtar[1], Himayatullah Majidi[2], Milad Ahmad Abdullah[3]

[1]Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Kabul University, Kabul, Afghanistan

[2, 3] Electrical and Electronics Engineering Department, Faculty of Engineering, Kabul University, Kabul, Afghanistan

Email: Sarban.780@ku.edu.af

Abstract

This paper explores practical solutions for using alternative sources like compressed air instead of standard fuels in internal combustion engines. The study aims to address the excessive use of natural resources and fuel materials by investigating the feasibility of operating internal combustion engines with compressed air. The research focuses on designing and converting a four-stroke petrol engine to operate on compressed air. Scientific research and analyses are based on laboratory experiments and the evaluation of relevant results. Key aspects include analyzing and modifying cam lobes in internal combustion engines, which are essential for converting combustion-based systems to compressed air operation. Compressed air as a fuel alternative can improve engine efficiency, enhance environmental quality, and reduce costs. Additionally, integrating intelligent control systems can further optimize performance and efficiency.

Keywords: Compressed Air Engine; Four-Stroke Internal Combustion Engines; Cam Shaft; Natural Air; Biodiesel; Solar Energy

مقدمه

سوخت‌های معمول مانند دیزل و پطرول منابع اصلی انرژی برای انجن‌های احتراق داخلی هستند(۱-۷)؛ اما این سوخت‌ها به‌طور فزاینده‌یی مصرف می‌شوند. مصرف مداوم سوخت‌های معمولی ممکن است باعث مشکل بزرگ کمبود منابع انرژی شود. کاهش این سوخت‌ها باعث شده است تا محققان نیاز به جستجوی راه‌های جایگزین برای رانندگی وسایل نقلیه را پیشبینی کنند. علاوتاً احتراق مواد سوختی تهدید جدی برای محیط زیست بوده و راه‌های خوب‌تر و مناسب‌تری برای جلوگیری از آلودگی هوا در نظر گرفته شود. در کار حاضر استفاده از هوای فشرده به عنوان جایگزین مناسب برای مواد احتراقی چون پطرول یا دیزل استفاده می‌شود. همان طوری‌که می‌دانیم هوا در طبیعت غیرآلاینده و آزادانه در دسترس است. استفاده از این هوای آزاد در دسترس ایده خوبی برای استفاده در فعالیت انجن‌ها محسوب می‌گردد. فناوری هوای فشرده توجه محققان و صنعت‌کاران را به‌طور گسترده در جهان به خود جذب نموده است(۸-۱۷). انجن هوای فشرده با هوای فشرده کار می‌کند و در ساختار و عملکرد بسیار ساده است. در این‌جا، هوای فشرده از سلندر هوا، پیستون را فشار می‌دهد و قدرت حرکت را ایجاد می‌کند. در حرکت بعدی پیستون هوای منبسط شده از سلندر را خارج می‌کند. این سایکل در دو حرکت کامل می‌شود. بنابراین، بر خلاف انجن چهار ستروک[۳۰۱]، تلاش چرخشی یک‌نواخت حاصل شده مخزن سوخت و شمع جرقه از انجن چهار ستروک معمولی حذف می‌شود. در این حالت در انجن هوای فشرده، هیچ احتراق در انجن صورت نمی‌گیرد. بنابراین، این نوع انجن‌ها خطر کم‌تری داشته و آلودگی را به محیط پخش نمی‌کند. این انجن فقط به فلز سبک‌تری نیاز دارد؛ زیرا نیازی به تحمل درجه حرارت زیاد را ندارد(۱۸). چون کاربراتور برای اختلاط سوخت هوا استفاده می‌شود و از آن‌جایی‌که احتراق صورت نمی‌گیرد، پس نیاز برای کاربراتور نیست و می‌توان آن‌را حذف کرد این در حالیست که نیازی به اختلاط سوخت و هوا نیست(۱۹-۲۶)، در این‌جا هوای فشرده سوخت مورد نیاز است و مستقیماً وارد پستون سلندر می‌شود. به سادگی هوای فشرده در داخل سلندر منبسط شده و کار مفیدی را روی پیستون انجام می‌دهد. این کار انجام شده بر روی پیستون قدرت کافی را به کرنک شافت [۳۰۲]می‌دهد. آزمایش و تغییرات فوق بر روی انجن موتور سیکلت انجام شده است، با تفاوت این‌که در انجن‌های طراحی معمولی از دیزل، پطرول و گازهای طبیعی استفاده می‌شود. همچنین این یک واقعیت است که هوای فشرده منبع طبیعی نامحدود است و نیاز به حفظ، بهره‌برداری از آن برای آینده نیست. انجن هوامحور، به کاهش تقاضای سوخت‌های معمولی کمک می‌نماید و همچنان انجن هوامحور نقطه تحقیق خوبی در آینده‌ها

301 Stroke
302 Crank Shaft

میباشد. از اینکه مبنا و اساس تحلیل انجنهای چهار ستروک احتراق داخلی بوده و تغیرات روی کیمهای انجنهای موجود صورت گرفته است؛ لذا لازم پنداشته میشود تا در نخست مرور بر کاربر و عملکرد انجنهای احتراق داخلی صورت گیرد.

کارکردن انجن چهار ستروک احتراق داخلی

انجن چهار ستروک یک انجن احتراق داخلی است که در آن پیستون چهار ستروک را کامل میکند. ستروک به حرکت کامل پیستون در امتداد سلندر، در هر جهت که باشد اشاره دارد. چهار ستروک به شرح زیر است:

الف. دریچه ورودی: این حرکت پیستون از نقطه مرکزی بالایی[۳۰۳] شروع میشود. پیستون از بالای سلندر به پایین سلندر پایین میآید و حجم سلندر را افزایش میدهد. مخلوطی از سوخت و هوا در اثر فشار اتمسفر (یا بیشتر) از طریق دریچه ورودی به سلندر وارد میشود.

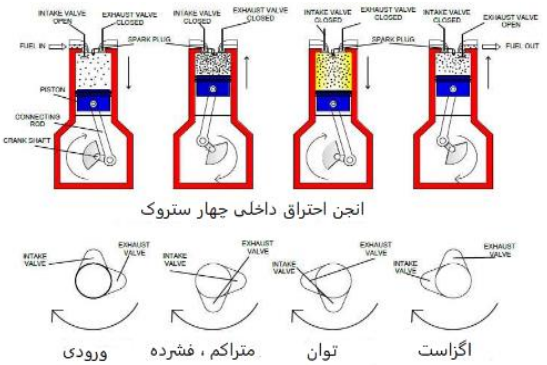
ب. فشردهسازی: با بسته بودن دریچههای ورودی و خروجی، پیستون به بالای سلندر باز میگردد و مخلوط هوا یا سوخت و هوا را به داخل سرسلندر فشرده میکند.

ج. گسترش: در حالیکه پیستون به نقطه مرکزی بالایی نزدیک است، مخلوط هوا و سوخت فشرده در یک انجن پطرولی توسط یک جرقه در انجنهای پطرولی مشتعل میشود و یا به دلیل حرارت ایجادشده در اثر تراکم در انجنهای دیزلی مشتعل میشود. فشار حاصل از احتراق مخلوط سوخت-هوای فشرده، پیستون را به سمت پایین به سمت نقطه [۳۰۴] مجبور میکند.

د. اگزاست[۳۰۵]: در پروسه اگزاست، ستروک پیستون یک بار دیگر به نقطه مرکزی پایانی باز میگردد و این در حالی است که دریچه اگزاست باز میباشد. این عمل مخلوط سوخت و هوای مصرف شده را از طریق دریچه(های) اگزاست خارج میکند.

---

303 Top Dead Center
304 Bottom Dead Center
305 Exhaust



شکل۱: پروفایل کیم شافت انجن احتراق داخلی چهار ستروک

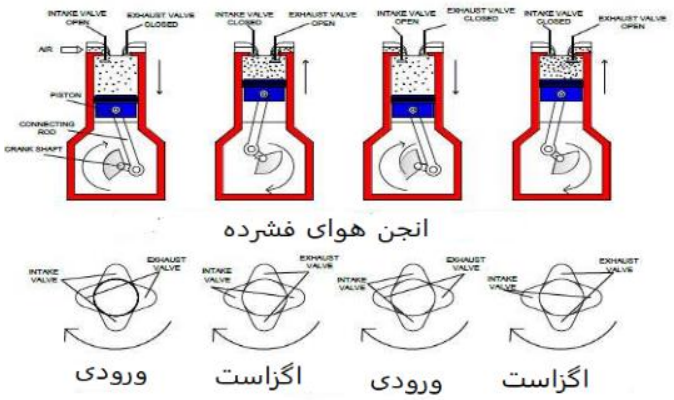
تحقیقات و مطالعات در زمینه انجن‌های هوای فشرده به سال‌های گذشته باز می‌گردد. زمانی‌که نیاز به منابع انرژی پایدار و کاهش وابستگی به سوخت‌های فوسیلی بیشتر احساس شد. این نیاز، منجر به تحقیقات گسترده در زمینه استفاده از هوا به عنوان یک منبع انرژی شد. در این بخش، به بررسی پیشینه تحقیق و توسعه انجن‌های هوای فشرده پرداخته می‌شود. اولین تلاش‌ها برای استفاده از هوای فشرده به عنوان یک منبع انرژی به اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم باز می‌گردد. در آن زمان، هوای فشرده به عنوان یک گزینه برای نیروی محرکه ماشین‌آلات صنعتی و برخی وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گرفت. این تحقیقات اولیه نشان داد که هوا می‌تواند به عنوان یک منبع انرژی پاک و در دسترس مورد استفاده قرار گیرد. در قرن بیستم، با پیشرفت تکنالوژی و افزایش نگرانی‌ها در مورد تغییرات اقلیمی‌و آلودگی هوا، تحقیقات در زمینه انجن‌های هوای فشرده شدت گرفت. چندین شرکت و مؤسسه تحقیقاتی در سراسر جهان به بررسی قابلیت‌های هوای فشرده پرداختند و نمونه‌های اولیه‌یی از انجن‌های هوای فشرده را توسعه دادند. این نمونه‌ها توانستند کارایی و عملکرد مطلوبی را از خود نشان دهند. در دهه‌های اخیر، پوهنتون‌ها و مؤسسات تحقیقاتی به‌صورت گسترده به تحقیق و توسعه انجن‌های هوای فشرده پرداخته‌اند. این تحقیقات بیشتر بر روی بهینه‌سازی کارایی انجن‌ها، افزایش مؤثریت و کاهش هزینه‌های تولید متمرکز بوده‌اند. به عنوان مثال، پوهنتون‌های معتبری همچون MIT و پوهنتون استنفورد پروژه‌های تحقیقاتی متعددی را در این زمینه انجام داده‌اند.

فعالیت انجن با هوای فشرده توسط انجن اصلاح شده

انجن هوای فشرده انجن است که در آن پیستون دو حرکت مجزا را انجام می‌دهد. ستروک به حرکت کامل نقطه مرکزی بالایی پیستون به نقطه مرکزی پایانی یا نقطه مرکزی پایانی به نقطه مرکزی بالایی در امتداد سلندر به هر دو جهت گفته می‌شود. دو اصطلاح رایج وجود دارد که به شرح ذیل استفاده می‌شود:

الف. دریچه ورودی: در این ستروک دریچه ورودی باز شده و دریچه اگزاست بسته می‌شود. هوای فشرده در طی این ستروک با فشار ۸۷. ۰۲۲۶۴ Psi یا ٦ بار تا ۹۴,۲۷۴۵۲ Psi یا ٦,٥بار وارد سلندر می‌شود. این حرکت پیستون از بالای سلندر تا پایین سلندر توسط هوای فشرده شروع شده و حجم سلندر را افزایش می‌دهد.

ب. اگزاست: در این ستروک دریچه ورودی یا والو ورودی بسته می‌شود و دریچه اگزاست باز می‌شود. پیستون یک بار دیگر به نقطه مرکزی بالایی باز می‌گردد و هوای فشرده به سمت سلندر به اتمسفر وارد می‌شود که تا پیستون از طریق دریچه اگزاست حرکت کند. عملکرد انجن هوای فشرده اصلاح شده نیز در شکل ۲ نشان داده شده است:



شکل ۲: پروفایل کیم شافت انجن هوای فشرده چهار ستروک

روش تحقیق

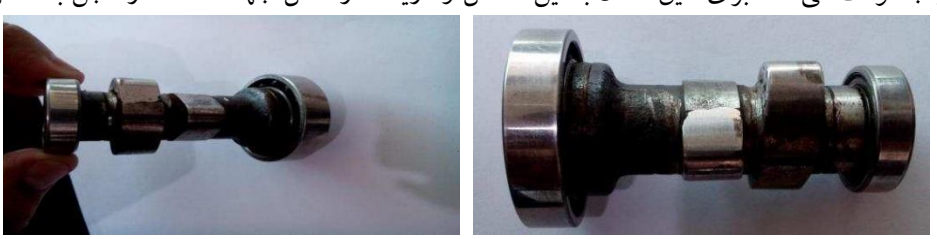
این تحقیق یک تحقیق تجربی بوده که با طرح مسأله آغاز و بعد از مرور به ادبیات گذشته اهداف این تحقیق مشخص شده و برای دریافت راه حل مؤثر برای بدیل به عوض سوخت‌های رایج در فعالیت انجن‌های احتراق تجارب لازم روی انجن پطرولی ۱۰۰ سی سی صورت گرفته است که توضیحات لازم آن در ذیل ذکر شده است.

الف. ترتیب و تنظیم وسائل تجربوی

برای انجام تحقیق از انجن پطرولی ۱۰۰ سی سی[۳۰۶] استفاده شده است. از آن‌جایی‌که در این آزمایش از پطرول استفاده نمی‌شود، پس نیازی به کاربراتور[۳۰۷] نبوده و در نتیجه کاربراتور را حذف می‌کنیم. هیچ احتراق در داخل انجن صورت نمی‌گیرد، بنابراین نیازی به پلگ جرقه نیست، پس پلگ را نیز حذف می‌کنیم. در والو ورودی یک پایپ (لوله) وصل شده است و یک ریگولیتور[۳۰۸] نیز در بالای سلندر نصب شده است. به‌طوری که فشار در شروع از ۸۷,۰۲۲۶۴ Psi یا ٦ بار تا ۹۴,۲۷۴۵۲ Psi یا ٦,۵ بار می‌تواند در نظر گرفته شود. هنگامی‌که ریگولیتور باز شد هوا از طریق لوله وارد سلندر می‌شود. هنگامی‌که هوا با

شکل ۳:کیم شافت با دو لوب

فشار ٦ بار وارد شد، پیستون از نقطه مرکزی بالایی به نقطه مرکزی پایانی حرکت کرده و پیستون به نقطه مرکزی پایانی می‌رسد. پس از آن پیستون به دلیل وزن چرخ فلایویل[۳۰۹] از نقطه مرکزی پایانی به نقطه مرکزی بالایی شروع به حرکت می‌کند. با شروع حرکت پیستون برای حرکت به سمت بالا انجن از کار می‌افتد. به این دلیل که دریچه آگزاست باز نشده و هوای فشرده خارج نمی‌شود. بنابر این ، انجن در اینجا توقف می‌کند. برای فایق آمدن به این مشکل و دریافت راه حل جهت ادامه کار انجن به شکل



شکل ۴:کیم شافت با چهار لوب

مداوم کیم شافت [۳۱۰] دیزاین شده استفاده می‌شود. انجن مورد استفاده در این آزمایش از کیم شافت دارنده‌ی دو کیم لوفت استفاده شده است که در شکل ذیل کیم شافت انجن متذکره نشان داده شده است.

306 HERO HONDA PASSION PRO 100
307 Carburetor
308 Regulator
309 flywheel
310 Cam shaft

برای غلبه بر این مشکل، علاوه بر دو لوب کیم شافت، یک لوب کیم شافت جدید را نیز وصل میکنیم. علاوتاً برای باز کردن مجدد دریچه اگزاست، یک لوب کیم شافت دیگر را وصل کرده میتوانیم. با اتصال چهار لوب کیم شافت، انجن شروع به کار میکند. این انجن پطرولی اصلاح شده بهعنوان یک انجن هوای فشرده که در آن نیازی به تیل پطرول واحتراق نیست، میتواند شروع به کار کند که مشخصات انجن در شکل ذیل نشان داده شده است:

شکل ۵: انجن موتورسکلیت هوندا ۱۰۰ سی سی

مشخصات سلندر هوا در جدول ذیل گنجانیده شده است.

جدول۱: مشخصات سلندر هوا

نوع	فلزی / فولادی / تنظیم کننده و فشار سنج
طول	۱۶۰ انچ یا ۱۵۲,۴ سانتی متر
قطر	یک فوت یا ۳۰,۴۸ سانتی متر
فشار داخلی	۱۴۰ Psi یا ۹,۶۵۲۶۶ بار در نیم ۳۰۰ Psi یا ۲۱,۶۹۷۵
فشار ریگولیتور	۱۰۱,۵۲۶ Psi یا ۷ بار
فشار انجن	۸۷,۰۲۲۶۴ Psi یا ۶ بار به ۹۴,۲۷۴۵۲ Psi 6.5
حجم	۳۰۰ پاوند

جدول۲: مشخصات انجن هوای فشرده

نوع	یک سلندر ۴ ستروک هوای سرد OHC
تغییر موقعیت	۹۷,۲ سی سی
قدرت اعظمی	۵,۷۴ کیلووات (۷,۸ Ps) در ۷۵۰۰ دور در دقیقه
چرخش اعظمی	۰,۸۲ کیلوگرم بر متر (۸,۰۴ نیوتن متر) در ۴۵۰۰ دور در دقیقه
سوراخ x ستروک	۵۰ در ۴۹,۵ ملی متر
کاربراتور	Side Draft, Variable venturi type with TCIS
نسبت تراکم	۹,۰:۱
روشن کردن	Electric start / Kick start

ب. تحلیل اقتصادی

در ابتدا، یک استوانه فلزی با ابعاد مشخص و فشار داخلی مختلف برای بررسی در نظر گرفته شده است. این استوانه، به‌عنوان یک بخش از یک انجن هوای فشرده، در محیط‌های مختلف و با فشارهای متفاوت فعالیت می‌کند. با توجه به ابعاد و فشارهای مختلف، تأثیر این عوامل بر عملکرد و کارایی انجن هوای فشرده مورد بررسی است. برای مثال، فشار داخلی مختلف می‌تواند تأثیر مستقیمی بر توانایی انجن هوای فشرده در ایجاد حرکت و انتقال نیرو به سیستم معین کند. علاوه بر ابعاد و فشارها، هزینه‌ی پر کردن سلندر نیز به‌عنوان یکی از عوامل مهم در تصمیم‌گیری در مورد استفاده از انجن هوای فشرده مورد بررسی قرار می‌گیرد. این هزینه می‌تواند تأثیر زیادی بر هزینه‌های کلی فعالیت انجن هوای فشرده داشته باشد و در نهایت به تصمیم درست در مورد استفاده از انجن هوای فشرده کمک کند. به علاوه، عملکرد انجن در شرایط مختلف نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. حد متوسط فعالیت انجن هوای فشرده در فواصل زمانی مختلف مورد بررسی قرار گرفته است تا بهترین شرایط استفاده از انجن فشرده تعیین شود. این اطلاعات می‌تواند به تصمیم‌گیران در انتخاب بهترین زمان و شرایط برای استفاده از انجن هوای فشرده کمک کند و هزینه‌های مربوط به فعالیت انجن فشرده را کاهش دهد و همچنان تحلیل اقتصادی انجن هوای فشرده به شناخت هزینه‌ها و مزایای مرتبط با استفاده از این نوع انجن می‌پردازد.

یک استوانه فلزی ٦٠ اینچ یا ۱۵۲,۴ سانتی متر با قطر ۱۲ اینچ یا ۳۰,۴۸ سانتی متر در نظر گرفته شده است. فشار داخلی ۱۴۰ Psi یا ۹,٦۵۲٦٦ بار در نصف و ۳۰۰ Psi یا ۲۱,٦۹۷۵ بار (حداکثر) در نظر گرفته شده است. هزینه پر کردن سلندر ٦ افغانی می‌باشد. انجن هوای فشرده متذکره با استفاده از ابعاد ذکر شده مربوط به سلندر فعالیت می‌کند. این انجن هوای فشرده که (بستگی به شرایط) دارد بین ۸-۱۰ کیلومتر فعالیت می‌کند. این آزمایش چندین بار برای بررسی تکرار شده است و اوسط حاصل بین ۷-۹,۵، ۱۰-۸ و ۸,۵-۱۰ کیلومتر به‌دست آمده است. به‌طور متوسط می‌تواند یک کیلومتر را در ۰,٦۲۷ افغانی طی کند. از آن‌جایی که هر کیلومتر فعالیت این انجن هوای فشرده می‌تواند با هزینه‌ی معین طی شود، با در نظر گرفتن هزینه پر کردن سلندر ٦ افغانی، می‌توان هزینه‌های کلی فعالیت انجن هوای فشرده را محاسبه کرد. با توجه به اوسط هزینه هر کیلومتر و فاصله مسافتی که انجن هوای فشرده می‌تواند طی کند، می‌توانیم هزینه‌های مربوط به فعالیت انجن هوای فشرده را برآورد کنیم.

شکل ٦: استوانه فلزی ٦٠ انچ یا ۱۵۲,۴ سانتی متر با قطر ۱۲ انچ یا ۳۰,۴۸ سانتی متر

یافتهها و مناقشه

از طریق این آزمایش مشخص شد که اگر بهجای دو کیم لوب در انجنهای احتراق داخلی پطرولی یا دیزلی، چهار لوب کیم نصب شود، انجن به عنوان یک انجن هوای فشرده شروع به فعالیت خواهد کرد. این انجن هوای فشرده نیازی به پطرول و دیزل ندارد؛ اما در عوض از هوای طبیعی فشرده برای فعالیت خود استفاده میکند. این انجن میتواند یک کیلومتر فاصله را با مصرف ۰,٦٥ افغانی طی کند که در مقایسه با انجنهای پطرولی و دیزلی بسیار ارزانتر است و استفاده از آن اقتصادی میباشد. از آنجایی که هیچ احتراق در انجن وجود ندارد. بنابراین، کاملاً سازگار با محیط زیست نیز است. کارایی و بهرهوری این موضوع یکی از موضوعات مهم در بحث در مورد انجنهای هوای فشرده، کارایی و بهرهوری این انجنهاست. طرفداران این تکنولوژی اعتقاد دارند که انجنهای هوای فشرده نسبت به انجنهای معمولی کارایی بیشتری دارند و میتوانند بهبود عملکرد و کاهش مصرف سوخت را فراهم کنند. اما؛ برخی از افراد ممکن است با این موضوع مخالفت کنند و به دلایل متفاوتی مانند پیچیدگی تخنیکی، هزینه بالا یا عمر کوتاهتر انجن، شکایت کنند.

مزایا و نواقص انجن هوای فشرده

انجن هوای فشرده دارای یک سلسله مزایا و نواقص میباشد که قرار ذیل بیان میگردد:

۱. مزایای انجن هوای فشرده

- برای چالان کردن انجن نیاز به استفاده از توان اولیه نیست.
- هوای خروجی انجن به دلیل سرد و تمیز بودن محیط عملیاتی هیچ آسیبی به محیط اطراف وارد نمیکند.
- انجنهای هوای فشرده به دلیل فشردهسازی هوا قبل از ورود به محفظه احتراق، کارایی بالایی دارند. این باعث افزایش توان خروجی و کارایی احتراق میشود.

- به دلیل افزایش فشار هوا در محفظه احتراق، انجن‌های هوای فشرده توان و قدرت بیشتری نسبت به انجن‌های غیرفشرده دارند که این ویژگی می‌تواند منجر به افزایش سرعت و عملکرد موترسکلیت شود.
- انجن‌های هوای فشرده به دلیل نیاز کم‌تر به حجم داخلی و قطر بزرگ‌تر اسطوانات، حجم و وزن کم‌تری نسبت به انجن‌های غیرفشرده دارند. این امر به کاهش وزن موترسکلیت‌ها می‌شود.
- انجن‌های هوای فشرده معمولاً دارای ساختار ساده‌تری نسبت به انجن‌های غیرفشرده هستند که این ویژگی می‌تواند به دوام و عملکرد قابل اعتماد آن‌ها در شرایط سخت تر؛ مانند محیط‌های صنعتی یا نظامی کمک کند. به‌طور کلی، انجن‌های هوای فشرده به دلیل کارایی بالا، مصرف سوخت بهینه، و وزن و حجم کمتر، در بسیاری از کاربردها به عنوان گزینه‌ی بهتر محسوب می‌شوند.

۲. نواقص انجن هوای فشرده

- برخی از انجن‌های هوای فشرده ممکن است در پروسه کارکرد، نویز یا صدای بیشتری ایجاد کنند که می‌تواند بر راحتی و سلامتی کاربران و محیط زیست تأثیرگذار باشد.
- به دلیل فشار زیاد احتمال انفجار سلندر وجود دارد.
- سرعت عملکرد انجن هوای فشرده کمتر از انجن پطرولی و دیزلی است.
- افزایش فشار هوا در محفظه احتراق می‌تواند منجر به افزایش دما و حرارت داخلی انجن شود که ممکن است نیاز به سیستم‌های خنک‌کننده پیچیده‌تر و کارآمدتری داشته باشد.
- انجن‌های هوای فشرده ممکن است برای عملکرد بهینه‌تر و پیشرفته‌تر نیاز به استفاده از سوخت با کیفیت بالا و پاک‌تر داشته باشند که ممکن است هزینه‌های بیشتری را برای استفاده‌کنندگان به همراه داشته باشد.
- انجن‌های هوای فشرده ممکن است در مقابل تغییرات سرعت و بار کمتر پایداری نشان دهند. به عنوان مثال در شرایطی که نیاز به تغییرات سریع در توان خروجی انجن وجود دارد.

نتیجه‌گیری

با استفاده از منابع انرژی غیر متعارف مانند انجن هوای فشرده می‌توان نقطه عطفی را در زمینه فناوری سبز رقم زد؛ زیرا استفاده از فناوری سبز اقتضای زمان نیز محسوب می‌شود. استفاده از انجن‌های هوای فشرده می‌تواند منجر به بهبود کارایی و بهره‌وری در مصرف سوخت و انتقال نیرو شود. این بهبودها می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های انرژی و افزایش عمر مفید تجهیزات باشد. انجن‌های هوای فشرده معمولاً با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته کنترول آلاینده‌ها می‌توانند به کاهش انتشار گازها؛ مانند اکسایدهای

نایتروجن و ذرات معلق، کمک کنند که این امر می‌تواند به بهبود کیفیت هوای محیط زیست کمک کند. با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های پیشرفته، انجن‌های هوای فشرده می‌توانند به کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات، کاهش مصرف سوخت و کاهش هزینه‌های تولید کمک کنند که این امر می‌تواند برای صنایع و سازمان‌ها سودآور باشد. انجن‌های هوای فشرده معمولاً دارای سیستم‌های کنترول هوشمند هستند که می‌توانند عملکرد و کارآمدی سیستم را بهبود بخشند. این بهبودها می‌تواند در کاربردهای مختلف مانند حمل و نقل، تولید برق و صنایع دریایی مفید باشد. استفاده از انجن‌های هوای فشرده می‌تواند به توسعه فناوری‌های مرتبط با این حوزه کمک کند و به تحولات و نوآوری‌های جدید در این زمینه منجر شود که این امر می‌تواند در طولانی‌مدت به توسعه صنایع مختلف کمک کند.

پیشنهادات برای آینده

۱. سرعت عملکرد انجن هوای فشرده باید افزایش داده شود.

۲. سرو صدا باید در انجن هوای فشرده کاهش داده شود.

۳. توسعه فناوری‌های پیشرفته: سرمایه‌گذاری در تحقیقات و توسعه فناوری‌های مرتبط با انجن‌های هوای فشرده مانند بهینه‌سازی سیستم‌های تزریق سوخت، استفاده از مواد سبک و مقاوم برای ساخت اجزاء انجن و به‌کارگیری سیستم‌های کنترل پیشرفته می‌تواند به بهبود عملکرد، کارایی و پایداری این انجن‌ها کمک کند.

۴ . افزایش کاربردها و استفاده‌های جدید: تحقیقات بیشتر بر روی کاربردهای جدید انجن‌های هوای فشرده مانند استفاده در موترهای برقی، دستگاه‌های تولید برق تجدیدپذیر و سیستم‌های انتقال قدرت می‌تواند به توسعه این تکنولوژی و ارتقای مزایای آن کمک کند.

۵. کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌یی: بهبود کارایی انجن‌های هوای فشرده و کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌یی از مزایای این تکنولوژی است. بنابراین، توجه به تحقیقات و پروژه‌های مرتبط با بهبود بهره‌وری سوخت و کاهش آلودگی هوا می‌تواند به بهبود محیط زیست کمک کند.

٦. استفاده در صنایع مختلف: بررسی و ارزیابی مزایا و معایب استفاده از انجن‌های هوای فشرده در صنایع مختلف مانند؛ حمل و نقل، تولید برق، صنایع دریایی و هوافضا می‌تواند به شناخت بهتر این تکنولوژی و بهره‌وری بیشتر از آن در صنایع مختلف کمک کند.

۷. توسعه شبکه‌های تأمین و انتقال انرژی: برنامه‌ریزی برای توسعه شبکه‌های تأمین و انتقال انرژی برق بهبود محیط زیست و ارتقاء انتقال انرژی از منابع تجدیدپذیر مانند؛ باد، خورشید و آب می‌تواند به استفاده مؤثرتر از انجن‌های هوای فشرده کمک کند.

منابع

1. Adaileh WM, AlQdah KS. Potential of Utilizing Compressed Air as Energy Sources for Single Cylinder Reciprocating Engine. International Journal. 2022;7(1).
2. Amry Y, Elbouchikhi E, Le Gall F, Ghogho M, El Hani S. Electric vehicle traction drives and charging station power electronics: current status and challenges. Energies. 2022;15(16):6037.
3. He W, Wu Y, Ma C, Ma G. Performance study on three-stage power system of compressed air vehicle based on single-screw expander. Science China Technological Sciences. 2010;53:2299-303.
4. Huang KD, Quang KV, Tseng K-T. Study of recycling exhaust gas energy of hybrid pneumatic power system with CFD. Energy Conversion and Management. 2009;50(5):1271-8.
5. Kumar P, Singh AK, Singh H. Paper on Experimental Analysis and Modification in Design of Air Driven Engine.
6. Kutt F, Michna M, Kostro G. Non-Salient Brushless Synchronous Generator Main Exciter Design for More Electric Aircraft. Energies. 2020;13(11):2696.
7. Marques AdS, Carvalho M, Ochoa ÁA, Souza RJ, Santos CAd. Exergoeconomic assessment of a compact electricity-cooling cogeneration unit. Energies. 2020;13(20):5417.
8. Papson A, Creutzig F, Schipper L. Compressed air vehicles: Drive-cycle analysis of vehicle performance, environmental impacts, and economic costs. Transportation research record. 2010;2191(1):67-74.
9. Parashar N, Ali SM, Chauhan S, Saini R. Design and analysis of compressed air engine. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2014;3(6).
10. Reddy PS. Transformation of Existing SI Engine to Work with Pressurized Air. 2020.
11. Rezkallah M, Singh S, Chandra A, Singh B, Ibrahim H. Off-grid system configurations for coordinated control of renewable energy sources. Energies. 2020;13(18):4950.
12. Saxena B, Srivastava AK, Srivastava A. Bike that Runs on Compressed Air (let's move from black oil past to a green air future…). International Journal of Scientific and Research Publications. 2014;4(8):1-4.
13. Schechter MM. New cycles for automobile engines. SAE Technical Paper; 1999. Report No.: 0148-7191.
14. Shen Y-T, Hwang Y-R. Design and implementation of an air-powered motorcycles. Applied Energy. 2009;86(7-8):1105-10.
15. Shi J, Zhu Y, Feng Y, Yang J, Xia C. A prompt decarbonization pathway for shipping: green hydrogen, ammonia, and methanol production and utilization in marine engines. Atmosphere. 2023;14(3):584.
16. Taras P, Nilifard R, Zhu Z-Q, Azar Z. Cooling techniques in direct-drive generators for wind power application. Energies. 2022;15(16):5986.
17. Tokhi M, Al-Miskiry M, Brisland M. Real-time control of air motors using a pneumatic H-bridge. Control Engineering Practice. 2001;9(4):449-57.

18. Tuirán Villalba R, Maury Ramírez H, Águila Estrada H. Classification of design methodologies to minimize vibrations in gears and bearings in the 21st century: a review. Machines. 2021;9(10):212.
19. Wang J, Lu K, Ma L, Wang J, Dooner M, Miao S, et al. Overview of compressed air energy storage and technology development. Energies. 2017;10(7):991.
20. Wang M, Wang J, Li Y, Li Q, Li P, Luo L, et al. Low-temperature pretreatment of biomass for enhancing biogas production: A Review. Fermentation. 2022;8(10):562.
21. Wei Guo K. Green nanotechnology of trends in future energy. Recent patents on nanotechnology. 2011;5(2):76-88.
22. Xie D, Zhou H, Zhou L, Yu CW. Analysis of application status and development prospect of environmental chambers: A review. Indoor and Built Environment. 2023;32(2):305-22.
23. Yejian Q, Chengji Z, Jian T, Hongming X. Optimisation of the Design Parameters of a Compressed Air Engine Based on Numerical Simulation. HKIE Transactions. 2012;19(2):24-30.
24. Zhang Y, Cao M, Li R, Chen X, Dong H, Liu X. Explosive Characteristics and Kinetic Mechanism of Methane–Air Mixtures under High-Temperature Conditions. ACS omega. 2023;8(4):4251-60.
25. Zhang Y, Wang B, Ning Y, Xue H, Lei X. Study on Health Monitoring and Fatigue Life Prediction of Aircraft Structures. Materials. 2022;15(23):8606.
26. Zhu X, Chikangaise P, Shi W, Chen W-H, Yuan S. Review of intelligent sprinkler irrigation technologies for remote autonomous system. International Journal of Agricultural & Biological Engineering. 2018;11(1).