

UNCLASSIFIED



Australian Government

دراستی **Department of Defence**
علم Defence Science and
Technology Organisation

The Effect of Back Pressure on the Operation of a Diesel Engine

Peter Hield

Maritime Platforms Division
Defence Science and Technology Organisation

DSTO-TR-2531

ABSTRACT

دراستی The Ricardo Wave engine modelling software has been used to examine the effect of increased back pressure on a turbocharged diesel engine. Steady state and varying back pressure are considered. The results show that high back pressure has a significant adverse effect on the operation and reliability of the engine. The response to fluctuating back pressure is strongly non-linear, and depends on the amplitude and period of the fluctuations. For a constant output load, the exhaust gas temperature increases significantly with increasing back pressure, leading to reduced engine reliability. Due to the speed control strategy used on this engine, speed fluctuations are an unavoidable consequence of imposed back pressure fluctuations.

مخالف
صفت

کمالی

RELEASE LIMITATION

Approved for public release

UNCLASSIFIED

Contents

1. INTRODUCTION.....	1
2. THE BACK PRESSURE ON AN UNDERWATER EXHAUST DUE TO OCEAN WAVES.....	2
3. THE ENGINE MODEL	4
4. THE EFFECT OF STEADY STATE BACK PRESSURE	5
5. THE RESPONSE TO A STEP CHANGE IN BACK PRESSURE	11
6. THE RESPONSE TO SINUSIODALLY VARYING BACK PRESSURE	12
6.1 Baseline Case	12
6.2 The Effect of Varying Wave Height	15
6.3 The Effect of Varying Wave Period.....	20
7. CONCLUSIONS.....	25
8. FUTURE WORK.....	28
9. ACKNOWLEDGEMENTS	29
10. REFERENCES	29

خط تهری ازین
خط دریا در قفسه با آن سازه
برای (سینا)

تیم و مدیر و استاد

The Effect of Back Pressure on the Operation of a Diesel Engine

اجرای Executive Summary

Diesel engines have been used as the primary power system for submarines for almost as long as submarines have existed, and are still in common use today. The snorkel was first fitted to submarines by the Royal Netherlands Navy in 1938, allowing the diesel engine to be operated while the submarine was at periscope depth. This invention, while significantly increasing the stealth of the submarine, has profound effects on the requirements of the diesel engine, which must now overcome several metres of water pressure on the exhaust system. In addition, the back pressure on the engine is dynamic due to the waves on the water surface. If the waves become sufficiently large, they may cause the induction mast top valve to close, lowering the engine inlet pressure and starving the engine of air.

نو لوردر دو
فوج هوا
نیز در دریای
برای
در سطح
در این مورد

در این مورد
در سطح
در این مورد

Publicly available literature on the effect of back pressure on diesel engines is limited, and it seems that there has been little work on addressing the problem. This paper examines the effect of increased back pressure on a turbocharged diesel engine using the Ricardo Wave engine modelling software, to gain understanding of the problem and provide a good base for future work on methods of improving engine performance.

در این مورد
در سطح
در این مورد

The effects of both steady-state and varying back pressure are presented, covering a range of back pressure conditions approximately representative of those which would be encountered by a diesel engine in a snorting submarine.

The main findings of the study are as follows:

- As the back pressure increases, the engine must work harder to pump the gases out of the cylinder against the higher pressure. The pressure ratios across the turbocharger compressor and turbine decrease, reducing the mass flow of air through these components and thus the air available to the engine. At the same time, the fuel flow must increase to provide the extra power necessary to overcome the increased pumping losses while maintaining a constant brake power output. As a result the brake specific fuel consumption increases above that for an engine operating in atmospheric conditions.
- The response of the engine to dynamic back pressure variations is strongly non-linear, and depends on the engine speed, the load torque, the mean back pressure and the amplitude and period of the fluctuations.
- The majority of the non-linear effects are due to the turbocharger. The compressor and turbine operating points describe distorted ellipses approximately centred on the steady state operating point. This is due to the inertia of the rotor. The shapes of the orbits follow the shapes of the compressor and turbine maps, and the

توان برقی

تخمین
معمولی

آرپی، بلین

توان موتور، دایره

UNCLASSIFIED

distortion becomes increasingly pronounced as the amplitude of the fluctuations increases.

مقلوب، صحت، مقلوب

- The engine speed governor responds to changes in engine speed and adjusts the fuel flow to maintain constant speed. However, it has a finite response time, and is only able to adjust the fuel flow after a change in speed has occurred. As a result, with this engine control strategy, fluctuations in engine speed are an inevitable consequence of fluctuations in the back pressure.
- The exhaust gas temperature increases significantly with increasing back pressure due to the increased power required (to overcome the additional pumping work) and the reduced air flow. In addition, imposed back pressure fluctuations cause large exhaust temperature fluctuations, which further increases the maximum temperature and also induces thermal cycling. These effects lead to increased wear and reduced reliability, and can cause thermal failures.
- Ricardo Wave provides a powerful tool for investigating the behaviour of engines under varying back pressure conditions, and the software also has the capability to model engine control systems, allowing the development of control strategies to mitigate the effects of the varying back pressure. However, an experimental program is required to provide validation of the model before the results obtained can be relied on.

اجاب تاثير

صحت

بى کارون، تقييد لائن

الغبار
مقلوب

UNCLASSIFIED

تأثیر فشار پشت (back pressure) روی کارکرد یک موتور دیزل

چکیده مطالب

از نرم افزار مدلسازی موتور Ricardo wave برای بررسی تأثیر افزایش فشار پشت روی یک موتور دیزل توربوشارژر شده استفاده شده است. فشار پشت یکنواخت و متغیر در نظر گرفته شده اند. نتایج نشان دهنده ی این موضوع هستند که فشار پشت زیاد تأثیر مخالف محسوس و قابل توجهی روی کارکرد و اعتماد پذیری موتور دارد. پاسخ فشار پشت نوسانی قطعاً بصورت غیر خطی بوده و به دامنه و دوره ی نوسانات بستگی دارد. برای یک بار خروجی ثابت ، دمای گاز خروجی بطور قابل ملاحظه ای با افزایش فشار پشت افزایش می یابد و این به کاهش اعتماد پذیری موتور منجر می شود. بدلیل نحوه ی کنترل سرعت استفاده شده در این موتورها ، تغییر کردن سرعت در نتیجه ی نوسانات فشار پشت اعمال شده اجتناب ناپذیر است.

خلاصه ی اجرایی

از زمان پیدایش زیر دریایی ها ، موتورهای دیزل به عنوان سیستم تولید توان اصلی در زیردریایی ها استفاده می شده است و تا به امروز نیز این استفاده عمومیت دارد. برای اولین بار لوله ی ورود و خروج هوا توسط نیروی دریایی پادشاهی هلند و در سال 1938 در زیردریایی ها کاز گذاشته شد که در نتیجه این به موتورهای دیزل این امکان را می داد که در حالیکه زیردریایی در عمق پریسکویی است، موتور بتواند کار کند. این اختراع در حالیکه تأثیر قابل توجهی در بوجود آوردن امکان حرکت مخفیانه ی زیردریایی ها داشت، دارای تأثیرات بزرگی روی الزامات مورد نیاز برای موتورهای دیزل بود که اکنون باید بر چندین متر فشار آب در سیستم خروجی غلبه کنند. بعلاوه فشار پشت روی موتورها بدلیل وجود امواج سطح آب بصورت دینامیکی است. چنانچه موج بسیار بزرگ باشد می تواند باعث بسته شدن سوپاپ مکش بالای دکل شود که این باعث کاهش فشار روی موتور و کم شدن هوا در موتور می شود.

کتاب های موجود و در دسترس در مورد تأثیر فشار پشت روی موتورهای دیزل بسیار محدود است و به نظر می رسد که کارها و تلاش های کمی در مورد آدرس دهی برای رفع این مشکل انجام شده است. این مقاله تأثیرات فشار پشت افزایش یافته را روی یک موتور دیزل دارای توربو شارژر با استفاده از نرم افزار مدلسازی موتور

Ricardo wave بررسی می کند تا فهم کلی راجع به این مشکل بدست آید و یک پایه و مرجع خوب برای کراهای آتی در مورد روش های بهبود عملکرد موتور فراهم شود. تاثیرات فشار پشت متغیر و یکنواخت نشان داده شده است که تقریبا شرایط فشار پشت تجربه شده در موتور دیزل در یک زیردریایی را تحت پوشش قرار می دهد.

یافته های اصلی در این مطالعه بصورت زیر هستند:

- با افزایش فشار پشت ، موتور باید سخت تر کار کند تا گازها را در برابر فشاری بیشتر به خارج از سیلندر پمپ کند. نسبت های فشار در کمپرسور توربوشارژر و توربین کاهش می یابد که در نتیجه باعث کاهش جریان جرمی هوا در این قطعات و در نتیجه هوای موجود در موتور می شود. در همین زمان، جریان سوخت باید افزایش یابد تا توان بیشتر مورد نیاز برای غلبه بر افزایش افت های پمپ فراهم شود (در حالیکه توان ترمزی خروجی ثابت نگه داشته شود). در نتیجه مصرف سوخت مخصوص ترمزی تا مقداری بیشتر از مقدار مشابه آن برای موتورهایی که در شرایط معمولی اتمسفری کار می کنند افزایش می یابد.
- پاسخ موتور به تغییرات فشار پشت دینامیک کاملا غیر خطی است و به سرعت موتور ، بار گشتاور ، فشار پشت متوسط و دامنه و دوره ی نوسانات بستگی دارد.
- قسمت بیشینه ی تاثیرات غیر خطی بدلیل توربوشارژر است. نقاط کاری توربین و کمپرسور ، بیضی تحریف شده را تقریبا متمرکز روی نقاط کاری حالت یکنواخت توصیف می کنند. این بخاطر