

Silniki okrętowe z Cegielskiego

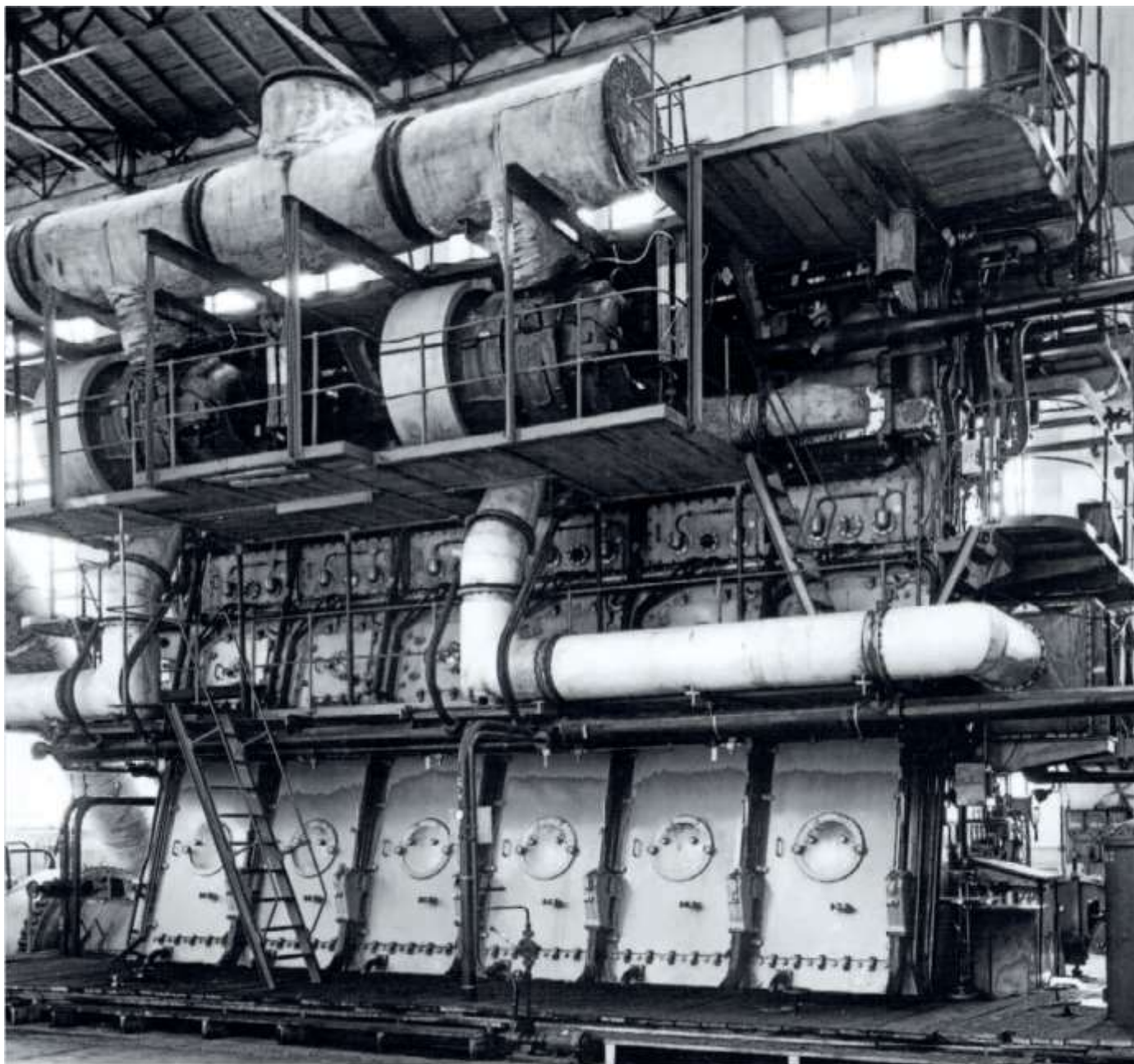
Polski przemysł okrętowy, funkcjonujący dziś głównie jako poddostawca zespołów okrętowych dla stoczni niemieckich i francuskich, przed laty był potęgą. Projektowano i budowano u nas trzysta kompletnych jednostek pływających rocznie, a więc średnio jedną dziennie (w tym - chyba najtrudniejsze w budowie, chemikaliowce ze stali duplex, służące głównie do transportu płynnego gazu, które potrafiło budować zaledwie kilka stoczni na świecie).

Jacek Mańczak, Aleksander Łukomski

Ta ogromna produkcja wymagała wytwarzania dużej ilości różnych zespołów i podzespołów, w których budowę było zaangażowanych wiele fabryk z całego kraju. W Poznaniu, w H. Cegielskim, powstawały projekty automatyki okrętowej, ale przede wszystkim - wielka liczba silników okrętowych. Budowano tam nie tylko silniki napędu głównego, ale też agregatowe, które mogły napędzać małe jednostki pływające, ale służyły głównie jako napęd agregatów prądotwórczych. Produkowano też sprężarki, które służyły na statkach do rozruchu silników głównych. Zespoły siłowni okrętowych produkowanych w H. Cegielskim przedstawione są na rysunku 1. Wyprodukowano tam ponad 7200 silników napędu głównego, czym fabryka zapisała się w historii nie tylko przemysłu okrętowego krajowego, ale i światowego. Duża liczba silników sprzedana była w eksporcie bezpośrednim do różnych krajów świata. Zapotrzebowanie na silniki było tak duże, że budowano je też w innych miejscach w Polsce, w Stoczni Gdańskiej, czy Hucie ZGODA w Świętochłowicach. Ale już w mniejszych ilościach.

Rozwój polskiego przemysłu okrętowego przypadł na czas dużych zmian w budowie statków. W połowie lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku zrezygnowano z nitowania kadłubów, zastępując je spawaniem, co znacząco skróciło ich

czas budowy i zwiększyło ich produkcję. Drugim ważnym czynnikiem rozwoju było odejście od napędów parowych, na korzyść napędów spalinowych. Powstawały nowe konstrukcje silników napędów głównych statków, które budowano w różnych fabrykach na świecie. Również w Polsce powstała oryginalna konstrukcja spalinowego dwusuwowego silnika okrętowego 3D55 (doświadczalnego), potem produkowanego w wersji 9D55, który po modernizacjach i dopracowaniu był długo produkowany w wersji 7D55. Cyfra 7 z przodu oznaczała liczbę cylindrów. Dwusuwowe silniki jednostronnego działania pozwoliły na zastosowanie paliw ciężkich, co zdecydowanie obniżyło koszty transportu morskiego. Jednak wyniszczająca finansowo rywalizacja producentów silników okrętowych, pomiędzy dwoma koncepcjami przepłukiwania silnika dwusuwowego - poprzeczną i wzdłużną, doprowadziły do wyeliminowania niektórych firm. Fabryka H. Cegielski odkupiła wówczas od jednej z najważniejszych na rynku szwajcarskiej firmy SULZER licencję na produkcję silnika 6RSAD76, którego produkcję wdrożono i produkowano obok polskiego D55 w różnych



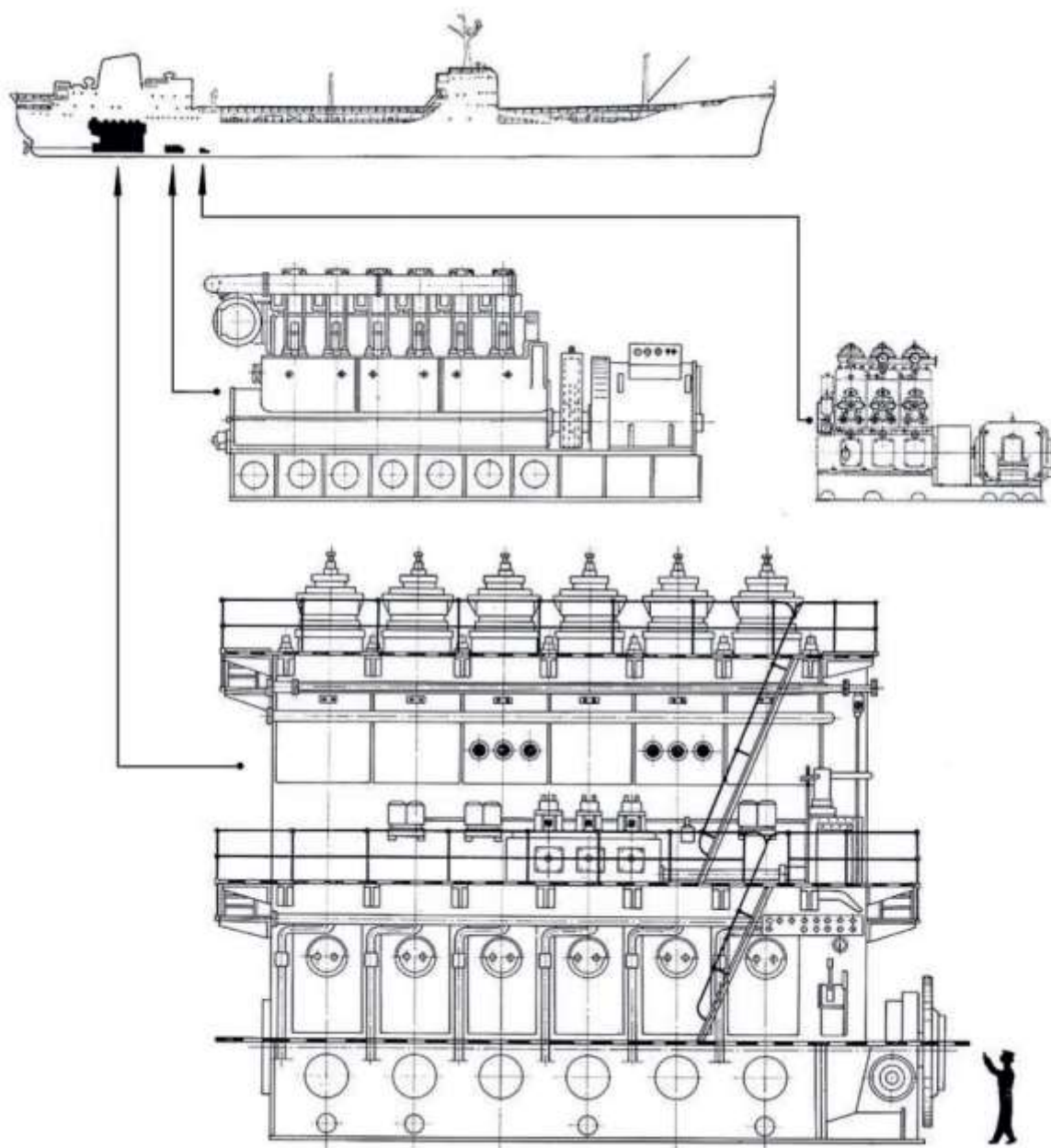
Fot. 1 Silnik okrętowy wolnoobrotowy 6RSAD76 o mocy 5736 kW i 119 obr/min, podczas prób po zmontowaniu w H. Cegielskim

wersjach. Jeden z pierwszych silników licencyjnych wyprodukowanych w H. Cegielskim przedstawiony jest na fotografii 1.

Były też inne silniki produkowane przez Cegielskiego, np. na licencji duńskiej firmy Burmeister & Wain, których do roku 1968 wyprodukowano w sumie czterdzieści sześć sztuk, czy na licencji FIATA. Jednak doskonała współpraca z firmą SULTZER pozwalała na bieżąco wprowadzać wszystkie nowo opracowane w tej firmie nowoczesne wersje silników w poznańskich zakładach, czym fabryka

Cegielskiego zapewniła sobie czołowe miejsce wśród światowych producentów. Trzeba tu też podkreślić, że dokumentacja konstrukcyjna każdego nowego silnika SULTZER'a musiała być przystosowana do produkcji w Polsce, a więc powstawała polska dokumentacja konstrukcyjna oraz musiała powstać dokumentacja technologiczna wykonania każdego nowego typu silnika.

Armatorzy wymagali wielu nowatorskich rozwiązań, jak np. odsuniętych i zdalnych stanowisk sterowania silnikiem, wraz



Rys. 1 Główne zespoły siłowni okrętowej produkowane w H. Cegielskim: najniżej - silnik główny, powyżej - agregat prądowórczy, obok - dmuchawa służąca do rozruchu silnika głównego.

z automatyzacją obsługi silnika. Możliwe stało się sterowanie silnikiem z mostku sterowniczego. Rozwiązanie to pociągnęło za sobą wiele istotnych zmian w układzie sterowania, jak i w mechanizmie manewrowym, i w samym silniku. To nowoczesne sterowanie zostało zaprojektowane w biurze konstrukcyjnym fabryki Cegielskiego i zyskało powszechnie wielkie uznanie w branży.

Silniki okrętowe zalicza się do dużych maszyn i do tego raczej dokładnych. Produkcja

silnika, składającego się z wielu zespołów i detali o dużych gabarytach i dużej dokładności, wymaga opanowania odpowiednich, dopracowanych technologii produkcyjnych. Wypracowuje się je latami, stopniowo nabierając doświadczenia.

Korpus silnika o dużych gabarytach spawany jest z bardzo dużą dokładnością, po wcześniejszym wycięciu palnikami blach. Podstawa w silniku 6-cylindrowym o masie 53,6 ton ma wymiary powierzchni obrabianych

4000x10600 mm. Jest wyżarzana, śrutowana i obrabiana na największej w Europie obrabiarence - frezarcie bramowej (firmy WAGNER). W Europie były wówczas zaledwie cztery takiej wielkości frezarki bramowe. Na obrabiarence tej obrabia się powierzchnię spodu i górną powierzchnię podstawy, obróbkę zamków i gniazd łożysk głównych. Piec do wyżarzania też jest jednostkowy, duży, o wielkości niespotykanej w innych technologiach produkcji; do tego też wielka śrutownia, w której oczyszczano korpusy silników po spawaniu i żarzeniu, a przed malowaniem.

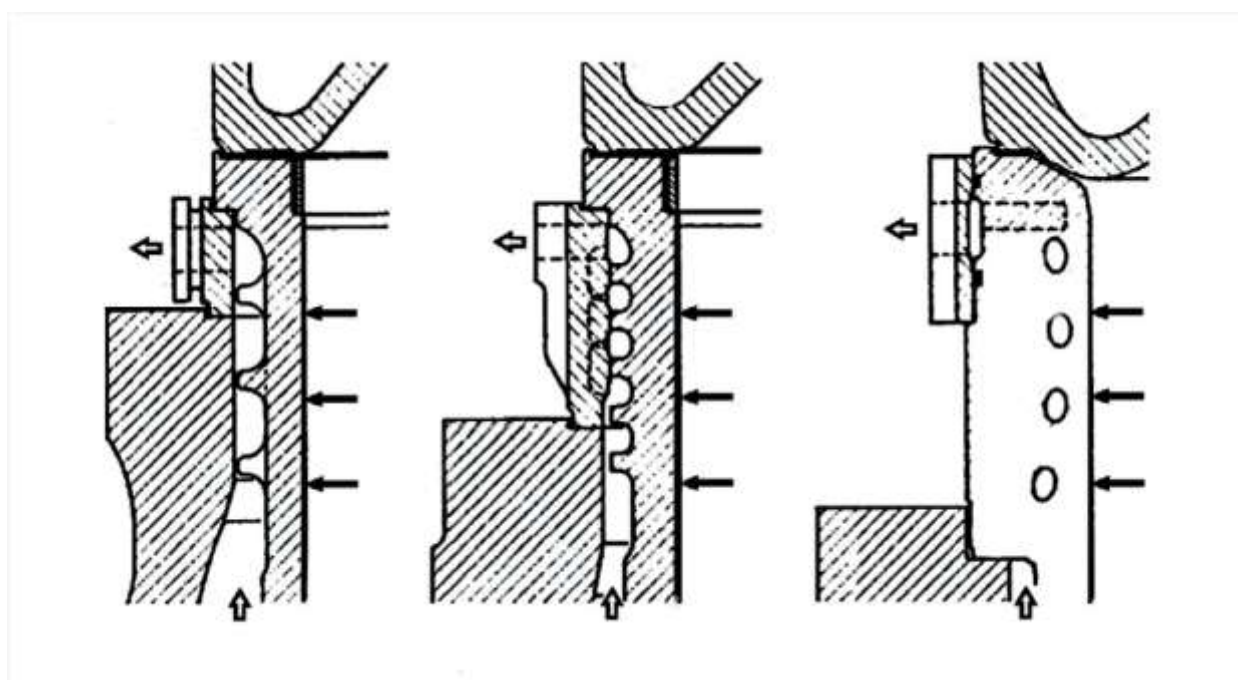
Poza korpusem, innym dużym i trudnym w wykonaniu i obróbce detalem silnika jest wał korbowy. Jest on łączony z częściami, najpierw kuty, potem obrabianych cieplnie, a później obrabiany skrawaniem. Wały korbowe silników okrętowych pracują w szczególnie trudnych warunkach, podlegając zmiennym obciążeniom, w związku z czym wymagana jest bardzo duża ich wytrzymałość zmęczeniowa, co determinuje technologię ich wytwarzania, a zwłaszcza kucie, które zapewnia ciągłość włókien w wykonanym wale. Dużą uwagę zwraca się przy produkcji tych wałów na zapewnienie odpowiedniego rozkładu własności wytrzymałościowych, zwłaszcza w obszarze czopa wykorobienia. W H. Cegielskim stosowano głównie wały łączone.

Proces kucia wykorobień wałów, dla odkuwki o masie np. około 43,5 Mg kutej z wlewka o masie 65 Mg, nie jest prosty. Odbywa się metodą kucia swobodnego lub półswobodnego, z wlewka przekutego na okrągły wał, spęczanego następnie na krążki. Technologia ta wymaga od zespołu kowali niezwykłych umiejętności w operowaniu odkuwką i młotem parowym o wielkich rozmiarach, zwłaszcza przy realizowaniu kucia swobodnego.

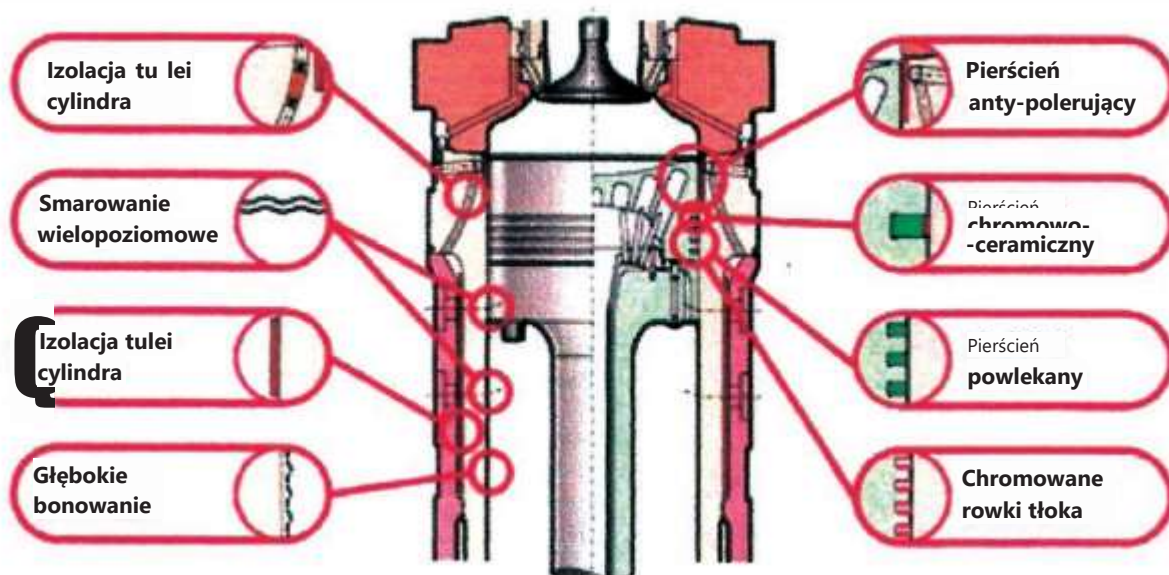
Tuleje cylindrowe silnika to następne trudne i bardzo odpowiedzialne „detale” silnika okrętowego. Odlewy tulei cylindrowych wykonane są ze specjalnego żeliwa stopowego, którego struktura zapewnia dużą odporność na obciążenia mechaniczne, cieplne i korozyjne, a także odporność na zatarcia. Masa tulei, w zależności od silnika, wynosi średnio ok. 2,8 tony. Tuleje cylindrowe przeszły długą konstrukcyjną drogę rozwojową, co ilustruje rysunek 2.

Po wstępnej obróbce na specjalnej tokarce otwór tulei wytacza się na poziomej wytaczarce. Odpowiednio dobrany kształt noża oraz posuw pozwalają na uzyskanie śrubowego śladu noża – tzw. ondulacji. Stwarza to najbardziej optymalne warunki smarowania w czasie pracy silnika.

Ze względu na preferowane w eksploatacji silniki spalające różne rodzaje paliw, co związane jest z uzyskaniem możliwie niskich



Rys. 2 Kolejne etapy rozwoju górnej części tulei cylindrowej w różnych typach silników okrętowych



Rys. 3 Elementy systemu Tribopack zastosowane w silnikach Sulzer-Wartsila RTA

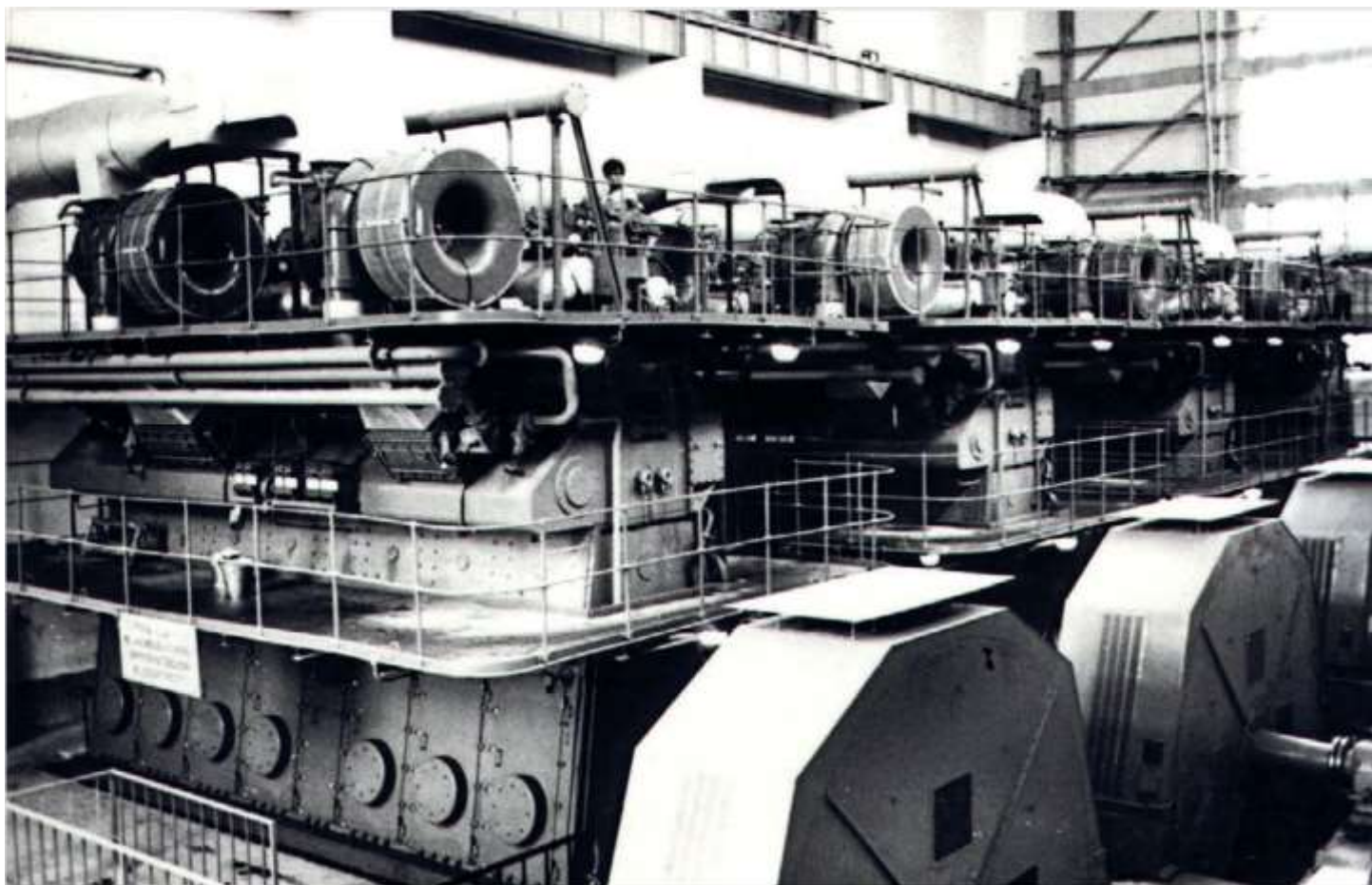
obciążeń cieplnych i mechanicznych części komory spalania, dopracowano rozwiązania konstrukcyjne tej komory, zawarte w pakiecie Tribopack. Z grubsza pakiet ten obejmuje następujące komponenty komory spalania silników okrętowych Sulzer (Rys. 3):

- głębokie honowanie tulei cylindrowej,
- zastosowanie izolacji tulei,
- wprowadzenie pierścienia antypolerującego,
- zestaw zunifikowanych profilowanych pierścieni tłokowych,
- pokrycie chromowo-ceramiczne wybranych pierścieni,
- wielopoziomowe smarowanie tulei cylindrowych,
- chromowanie rowków pierścieni tłokowych.

Dzięki wdrożeniu tych zmian konstrukcyjnych obniżono zużycie tulei cylindrowej do



Fot. 2 Ogólny widok hali montażowej w H. Cegielskim - Fabryka Silników Okrętowych



Fot. 3 Silniki okrętowe H. Cegielski z generatorami prądu w elektrowni w Ekwadorze

0,05 mm/1000 h pracy, a zużycie pierścienia tłokowego do 0,4 mm/1000 h pracy.

Poza napędem statków silniki okrętowe z Cegielskiego służyły też do napędu innych maszyn, np. generatorów prądu w elektrowniach (Fot. 3).

Osiągnięcie przez Fabrykę Silników Okrętowych Cegielskiego dobrej i opartej na własnych doświadczeniach technologii budowy silników okrętowych, zainwestowanie ogromnych sum w obrabiarki i urządzenia technologiczne oraz dopracowanie się załogi o wysokich i specjalistycznych kwalifikacjach, zaowocowało zajmowaniem przez Cegielskiego czołowych miejsc wśród światowych producentów silników okrętowych. W 1968 roku, to jest w jedenastym roku od rozpoczęcia produkcji silników, było to pierwsze miejsce wśród europejskich producentów silników okrętowych napędu głównego, a czwarte miejsce na świecie, uszeregowanych według liczby KM, silników oddanych do eksploatacji na statkach o nośności powyżej 2000 TDW.

Miejsce w czołówce światowej utrzymywane było aż 1985 roku, po czym nastąpił stopniowy zanik zleceń i produkcji.

Dzisiaj prawdopodobnie nie można byłoby już wykonać silnika okrętowego w H. Cegielskim. Obrabiarki jeszcze są, dokumentacja też, jednak nie ma już załogi, która potrafiłaby te silniki wykonywać, bo mimo skomplikowanej technologii, kosztownych obrabiarek i urządzeń technologicznych, bardzo ważne były kultura techniczna i rzemieślnicze zdolności i umiejętności pracowników, oraz wiedza i doświadczenie inżynierów. Same silniki także się już nieco zmieniły.

Chociaż - z drugiej strony - silna determinacja sprawia niekiedy, że niemożliwe staje się możliwe...

Jacek Mańczak, Aleksander Łukomski