# Content


1. Engine Types ______________________________ 1

2. Scavenging,Super Charging & Air Cooler ______________ 8

3. Scavenge Fire ______________________________16

4. Exhaust Valve ______________________________18

5. Fuel & Fuel System ___________________________22

6. Indicator Cards ______________________________43

7. Starting & Reversing __________________________57

8. Cylinder Liner, Cylinder Head____________________67

9. Piston, Piston Rings, Stuffing Box ________________83

10. Cam Shaft, Crankshaft ________________________97

11. Engine Preparation, Emergency & Difficulties __________ 104

12. Lubrication ______________________________ 124

13. Turbocharger _____________________________136

14. Bearing _________________________________145

15. Miscellaneous ______________________________ 155

# 1. ENGINE TYPES

၁။ အင်ဂျင်အမျိုးအစားတွေကို ရှင်းပြပါ။

အင်ဂျင်အမျိုးအစားကို တည်ဆောက်ပုံပေါ်မှာ မူတည်ပြီးခွဲရင်

(၁) In line vertical type engine

(၂) Opposed engine

(၃) V- type engine (Vee engine)

(၄) Radial engine – ဆိုပြီးခွဲနိုင်ပါတယ်။ ဒီအမျိုးအစားက သင်္ဘောတွေမှာ မသုံးပါဘူး၊ လေယာဉ်ပျံ အင်ဂျင်တချို့မှာ အသုံးပြုပါတယ်။

အလုပ်လုပ်ပုံပေါ်မှာ မူတည်ပြီးခွဲရင်

(၁) 4 stroke engine

(၂) 2 stroke engine

(၃) rotary engine – ဆိုပြီးခွဲနိုင်ပါတယ်။

*** Six stroke engine ဆိုပြီးတီထွင်ထားမှု၊ မူပိုင်ခွင့်တင်ထားမှု ရှိပေမဲ့ စီးပွားဖြစ် ဈေးကွက်ထဲကို ရောက်တဲ့ အဆင့် မရှိသေးပါဘူး…။

4 stroke engine က ကရိုင်းရှပ် နှစ်ပတ်လည်မှ ပါဝါတစ်ကြိမ်ရတယ်။ 2 stroke engine က ကရိုင်းရှပ် တစ်ပတ်လည်ရင် ပါဝါတစ်ကြိမ်ရတယ်။ rotary engine က ကရိုင်းရှပ် တစ်ပတ်လည်ရင် ပါဝါ (၃)

ကြိမ်ရတယ်။ သင်္ဘော လောကမှာမသုံးဘူး၊ Mazda ပြိုင်ကား အင်ဂျင်တချို့မှာ အသုံးပြုပါတယ်။ သူ့မှာ Combustion Pressure ကို sealing လုပ်တဲ့နေရာမှာ အခက်အခဲရှိတယ်။

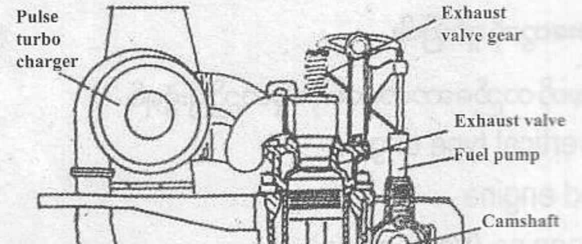
မီးလောင်ပေါက်ကွဲမှုဖြစ်ပေါ်တဲ့နေရာ အနေအထားပေါ် မူတည်ပြီးခွဲရင်

(၁) Internal Combustion engine (IC engine)
(Example- Diesel engine & Petrol engine)

(၂) External Combustion engine
(Example- Steam engine) – ဆိုပြီးခွဲနိုင်ပါတယ်။

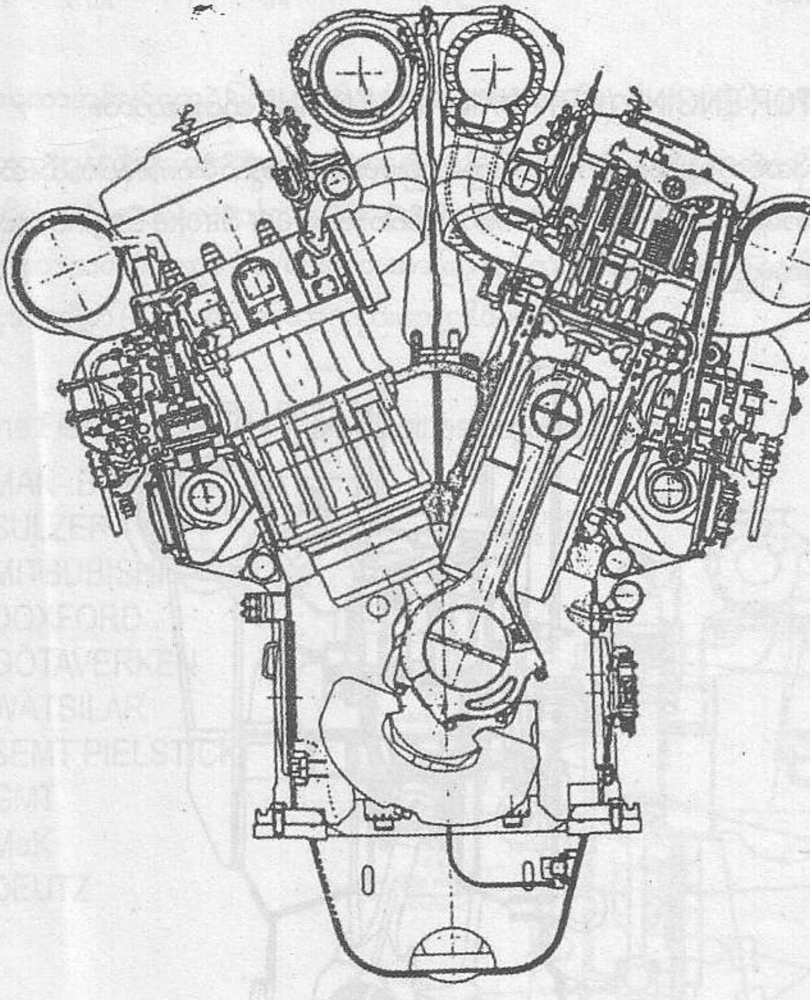
## ၂။ MAIN ENGINE ဆိုတာဘာလဲ။

သင်္ဘောရွေ့လျားခုတ်မောင်းဖို့အတွက် အသုံးပြုတဲ့အင်ဂျင်ကိုခေါ်ပါတယ်။ Main Engine မိန်းအင်ဂျင် (သို့) ပင်မစက်ကြီးလို့ ပြောကြ ခေါ်ကြပါတယ်။




*B & W KEF engine*

သင်္ဘောကြီးတွေရဲ့မိန်းအင်ဂျင်ဟာ များသောအားဖြင့် (Two Stroke Engine) တွေဖြစ်ပါတယ်။ သို့သော် သင်္ဘောအငယ်တွေ မှာ (Four Stroke Engine) ကိုလည်းတွေ့ရနိုင်ပါတယ်။



*SEMT Pielstick PC 2--6 Vee engine*

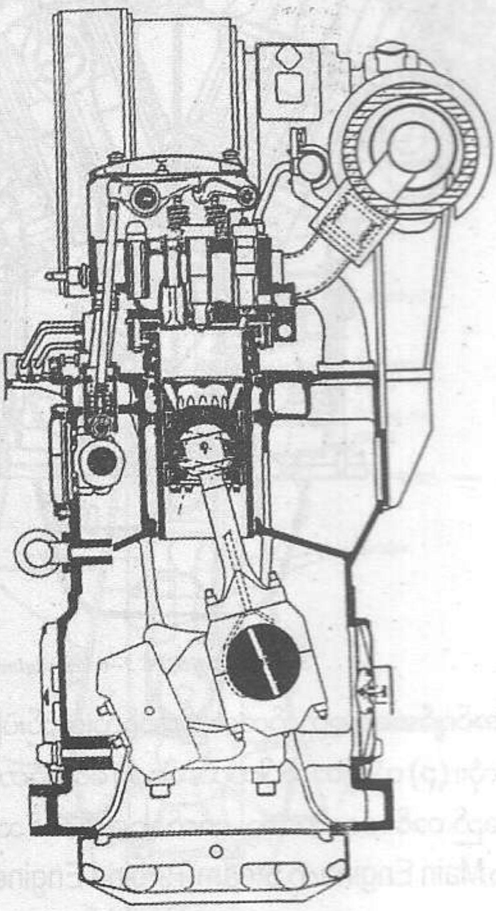
များသောအားဖြင့် အင်ဂျင်အရေအတွက်ကလည်း တစ်လုံးတည်းပဲဖြစ်ပါတယ်။ ခရီးသည်တင် သင်္ဘောတွေမှာတော့ (၂) လုံး၊ (၃) လုံး ရှိတတ်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ တော်တော်နည်းတဲ့ အနည်းစုပါ။ အချို့သော ခရီးသည် တင်သင်္ဘောတွေ၊ ဓာတ်ငွေ့ရည်တင်သင်္ဘောတွေ နဲ့အနမြူစွမ်းအင်သုံး စစ်သင်္ဘောတွေမှာ Main Engine ကို Steam Turbine Engine အသုံးပြုတာများလည်း ရှိကြောင်း သိရှိရပါတယ်။

၃။ ယနေ့ခေတ်မှာ မိန်းအင်ဂျင်တွေရဲ့ အမြင့်ဆုံးမြင်းကောင်ရေက ဘယ်လောက်ထိ ရှိပါသလဲ။

ပင်မစက်ကြီးတွေရဲ့မြင်းကောင်ရေဟာ အမြင့်ဆုံးအနေနဲ့ (100000 BHP) မြင်းကောင်ရေတစ်သိန်းဝန်းကျင် ထိရှိပါတယ်။ အရွယ်ပမာဏ ခန့်မှန်းနိုင်အောင် ပြောရမယ်ဆိုရင် သုံးထပ်တိုက် တစ်လုံးလောက် ကြီးမား ပါတယ်။

၄။ GENERATOR ENGINE (OR) AUXILIARY ENGINE ဆိုတာဘာလဲ။

သင်္ဘောမှာ လိုအပ်တဲ့ လျှပ်စစ်စွမ်းအားကို ဖြည့်ဆည်းပေးနိုင်ဖို့အတွက် မီးစက်လိုပါတယ်။ အဲဒီမီးစက်ကို လည်ပတ် မောင်းနှင်ပေးတဲ့ အင်ဂျင်ကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။ Four Stroke Engine အမျိုးအစားကို အများဆုံးအသုံးပြုကြပါတယ်။



*Sulzer ZA 40 S engine*

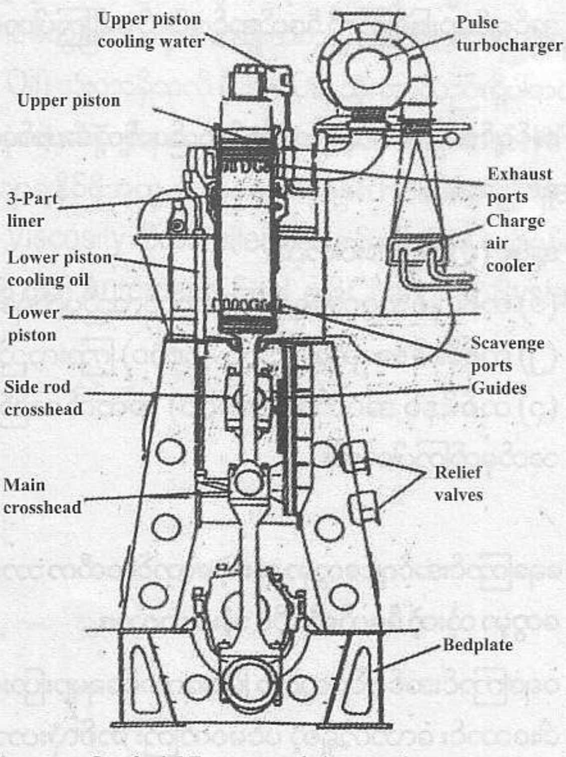
Shaft Generator လို့ခေါ်တဲ့ သင်္ဘောမောင်းနှင်နေတဲ့အခါ မိန်းအင်ဂျင်ရဲ့လည်ပတ်မှုမှ တစ်ဆင့် စွမ်းအား ရယူပြီး လျှပ်စစ်ဓာတ် ထုတ်တဲ့ ဂျင်နရေတာလည်း ရှိပါတယ်။ အချို့ရေနံတင်သင်္ဘောတွေနဲ့ ဓာတ်ငွေ့ရည်တင်သင်္ဘောတွေမှာတော့ Steam Turbine Generator တွေကို အသုံးပြုတာလည်း တွေ့နိုင်ပါတယ်။ အနည်းစုပါ။

၅။ ဂျင်နရေတာအင်ဂျင်တွေရဲ့မြင်းကောင်ရေက အများဆုံးဘယ်လောက်ထိရှိပါသလဲ။

ကြီးမားတဲ့ ကွန်တိန်နာ သင်္ဘောကြီးတွေမှာ ဂျင်နရေတာအင်ဂျင်တွေရဲ့မြင်းကောင်ရေဟာ (၄၀၀၀) ခန့်ထိ ရှိပါတယ်။ သာမန်သင်္ဘောအသေးလေးတွေရဲ့မိန်းအင်ဂျင်လောက် ပါဝါရှိပါတယ်။ ဂျင်နရေတာ အင်ဂျင်ဟာ သင်္ဘောတွေပေါ်မှာ များသောအားဖြင့် (၃) လုံးရှိပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ တချို့သင်္ဘောတွေ မှာ (၂)လုံး၊ တချို့မှာ (၄) လုံးရှိတတ်တာလည်းတွေ့ရနိုင်ပါတယ်။

၆။ Marine Field မှာအသုံးများတဲ့ Main Engines တွေကို ပြောပြပါ။

(a) MAN- B&W
(b) SULZER
(c) MITSUBISHI
(d) DOXFORD
(e) GÖTAVERKEN
(f) WÄTSILAR
(g) SEMT PIELSTICK
(h) GMT
(i) MaK
(j) DEUTZ




*Doxford J Type opposed piston engine*

၇။ Marine Field မှာ အသုံးများတဲ့ Generator Engines တွေကို ပြောပြပါ။

(a) MAN
(b) SULZER - WÄTSILAR
(c) YANMAR
(d) DAIHATSU
(e) CATERPILLAR
(f) ROLLS-ROYCE
(g) MTU
(h) DEUTZ
(i) MWM
(j) CUMMINGS

၈။ သဘော်ာပေါ်မှာသုံးတဲ့အင်ဂျင်တွေကို ဒီဇယ်အင်ဂျင်လို့ ဘာလို့ခေါ်ကြတာလဲ။

ဂျာမန်လူမျိုး ဒေါက်တာရူဒေါ့ဒီဇယ် တီထွင်ခဲ့တဲ့ အင်ဂျင်ရဲ့သဘောတရားများကို အသုံးပြုလည်ပတ်တဲ့ အင်ဂျင်များဖြစ်ကြလို့ ဒီဇယ်အင်ဂျင် လို့ ခေါ်ကြပါတယ်။

၉။ အင်ဂျင်တွေကို သူတို့ရဲ့တစ်မိနစ်လည်ပတ်တဲ့ အပတ်ရေပေါ်မူတည်ပြီး အုပ်စုခွဲထားတယ်လို့ သိရပါတယ် ရှင်းပြပေးပါ။

အုပ်စု (၃)စု ခွဲထားပါတယ်။
(၁) တစ်မိနစ် အပတ်ရေ ၃၀၀ အောက်လည်ပတ်ရင် Slow Speed Engines
(၂) တစ်မိနစ် အပတ်ရေ (၃၀၀ - ၁၀၀၀) ကြားလည်ပတ်ရင် Medium Speed Engines
(၃) တစ်မိနစ် အပတ်ရေ (၁၀၀၀) အထက်လည်ပတ်ရင် High Speed Engines – လို့ သတ်မှတ်ကြပါတယ်။

၁၀။ ရေကြောင်းအင်ဂျင်တွေမှာ သုံးတဲ့ လောင်စာဆီက ဘာအမျိုးအစားတွေလဲ။ ကားအင်ဂျင်၊ ရထားအင်ဂျင်တွေမှာ သုံးတဲ့ ဒီဇယ်ဆီ ကိုပဲ သုံးပါသလား။

ရေကြောင်းအင်ဂျင်တွေဟာ မြင်းကောင်ရေများပြားတဲ့အတွက် ဆီစားများပါတယ်။ မြင်းကောင်ရေ ငါးသောင်း လောက်ရှိတဲ့ ပင်မစက်ကြီး တစ်လုံးဟာ ဆီစားနှုန်း တစ်နေ့ကို တန် (၂၀၀) ဝန်းကျင် ရှိပါတယ်။ ပေပါ အလုံး (၁၀၀၀) လောက်ကို တစ်ရက်နဲ့ ကုန်ပါတယ်။ ကား၊ ရထားတွေမှာ သုံးတဲ့

ဆီကို High Speed Diesel (သို့) Gas Oil လို့ခေါ်ပါတယ်။ သန့်စင်ပြီး ဈေးကလည်းကြီးပါတယ်။ သင်္ဘောမှာသုံးရင် Economy မဖြစ်ပါ။

ရေကြောင်းအင်ဂျင်တွေမှာ သုံးတဲ့ ဆီက၊ Heavy Oil (HO) (သို့) Fuel Oil (FO) (သို့) Heavy Fuel Oil (HFO) လို့ ခေါ်တဲ့ဆီအမျိုးအစားဖြစ်ပါတယ်။ ဆီကြမ်းတွေပါ။ အဲဒီမှာမှ အဆင့်အမျိုးမျိုး ခွဲထားပါသေးတယ်။

စေးပျစ်မှု (Viscosity) ပေါ်မှာမူတည်ပြီးခွဲပါတယ်။ နံပါတ်များရင် စေးပျစ်မှု လည်း ပိုများပြီး၊ ဆီလည်း ပိုပြီးညံ့ပါ တယ်။ ဈေးလည်း ပိုပြီးသက်သာပါတယ်။ HFO 700cst, HFO 380 cst, HFO 180 cst အစရှိသဖြင့် ခေါ်ဝေါ်ကြပါတယ်။ cst ဆိုတာက Centistokes ရဲ့အတိုကောက်ပါ။ Viscosity ရဲ့ယူနစ်ဖြစ်ပါတယ်။

**၁၁။ မိန်းအင်ဂျင်မှာ သုံးတဲ့ဆီနဲ့ ဂျင်နရေတာအင်ဂျင်မှာ သုံးတဲ့ဆီက အတူတူပဲလား။**

တချို့သင်္ဘောတွေမှာတော့ မတူပါဘူး။ မိန်းအင်ဂျင်အများစုက Slow Speed Engine အင်ဂျင်တွေဖြစ်တော့ ဆီညံ့ညံ့တွေကို အသုံးပြုလို့အဆင်ပြေပေမဲ့ ဂျင်နရေတာ အင်ဂျင်တွေက Medium Speed Engine (သို့) High Speed Engine တွေ ဖြစ်တာမို့ ဆီ အမျိုးအစား ပိုကောင်းတာကို သုံးရတဲ့ သင်္ဘောရှိပါတယ်။ MDO (Marine Diesel Oil) သုံးတာရှိသလို (Gas Oil) သုံးတာလည်း ရှိပါတယ်။ တချို့သင်္ဘောတွေမှာတော့ မိန်းအင်ဂျင်မှာ သုံးတဲ့ ဆီနဲ့ ဂျင်နရေတာမှာ သုံးတဲ့ ဆီကတူပါတယ်။ HFO ကိုပဲ အသုံးပြုပါတယ်။ ဆီရဲ့စေးပျစ်မှုကို လျှော့ချနိုင်ဖို့အတွက် အပူပေးတဲ့စနစ် Heating System တို့၊ ဆီရဲ့စေးပျစ်မှုကို ထိန်းချုပ်တဲ့ ကိရိယာ Viscosity Controller တို့၊ စက် စနိုးချိန်နဲ့ စက်ရပ်တဲ့ အချိန်မှာ အလိုအလျောက် ဆီပြောင်းပေးတဲ့ စနစ် Automatic Fuel oil Changing System တို့တော့လိုအပ် ပါတယ်။

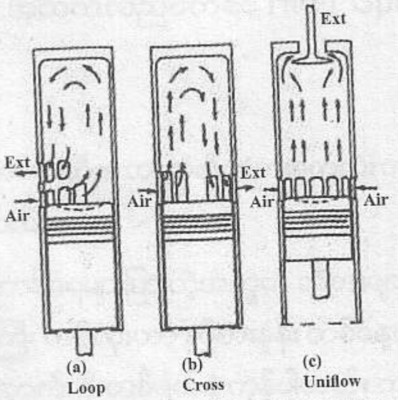
# 2. SCAVENGING,SUPER CHARGING & AIR COOLER

၁၂။ Scavenging ဆိုတာ ဘာလဲ။

အင်ဂျင်ရဲ့ ဆလင်ဒါအတွင်းမှာ မီးလောင်ကျွမ်းပြီးသား လေအဟောင်းတွေကို လေအသစ်နဲ့ လဲလှယ်ဖယ်ထုတ် တဲ့ဖြစ်စဉ်ကို စကားဗင်းနဂျင်း လို့ ခေါ်ပါတယ်။

၁၃။ Scavenging System ဘယ်နှစ်မျိုးရှိပါသလဲ။

(၃)မျိုးရှိပါတယ်။ (a) Cross Scavenging
(b) Loop Scavenging
(c) Uniflow Scavenging – တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။




*Scavenging methods in two-stroke engines*

၁၄။ Cross Scavenging ဆိုတာ ဘယ်လိုမျိုးလဲ။

ဆလင်ဒါလိုင်နာရဲ့ အောက်ခြေဘက်မှာမှ Port တွေရှိတယ်။ လေအသစ်ဝင်မယ့် Inlet Port နဲ့ လေအဟောင်း ထွက်မယ့် Exhaust Port တွေ မျက်နှာချင်းဆိုင်ပြီး လိုင်နာအဝန်းရဲ့ တစ်ဝက်စီကို နေရာယူထားကြတယ်။ လေအသစ်ရဲ့ သွားရာလမ်းကြောင်းကို ကြည့်ရင် လိုင်နာကို ကန့်လန့်ဖြတ်ပြီး သွားရတာကို တွေ့ရပါမယ်။ Inlet Port တွေကို လေသွားလမ်းကြောင်း ကောင်းအောင် ဒီဂရီစောင်းပြီး ဖောက်ထားပါတယ်။ ပစ်စတင်ထိပ်ကို ရောက်နေတဲ့အခါ လေသစ်နဲ့ လေဟောင်းမကူးအောင် ပစ်စတင်အောက်ပိုင်းရှည်တဲ့ ပစ်စတင် (သို့) အိပ်ဇောတိုင်မင်ဗားတွေ လိုအပ်ပါတယ်။ ဒီစနစ်ရဲ့ စကားဗင်းန်ဂျင်းစွမ်းရည်က (၀.၇၅ - ၀.၈၀) ရှိပါတယ်။

၁၅။ Loop Scavenging ဆိုတာဘယ်လိုမျိုးလဲ။

ဆလင်ဒါလိုင်နာရဲ့အောက်ခြေဘက်မှာ Port တွေရှိတယ်။ ဒါပေမဲ့ ပတ်လည်မဟုတ်ဘူး၊ တစ်ခြမ်းထဲမှာ အပေါ် အောက်ရှိနေတယ်။ အိတ်ဇောက အပေါ်၊ အင်လက်က အောက်မှာရှိတယ်။ Port တွေရဲ့ ကြားမှာ သေချာ မရှင်းန် လုပ်ပေးထားဖို့လိုတယ်။ သူလည်းပဲ အောက်ပိုင်းရှည်တဲ့ ပစ်စတင် (သို့) အိပ်ဇောတိုင်မင်ဗားတွေ လိုအပ်ပါတယ်။ ဒီစနစ်ရဲ့ စကားဗင်းန်ဂျင်းစွမ်းရည်က (၀.၈ - ၀.၉) ရှိပါတယ်။ MAN နဲ့ SULZER အင်ဂျင် အဟောင်းတွေက ဒီစနစ်ကို သုံးခဲ့တယ်။

၁၆။ Uniflow Scavenging ဆိုတာဘယ်လိုမျိုးလဲ။

ဆလင်ဒါရဲ့တစ်ဘက်စွန်းပတ်ပတ်လည်မှာအင်လက် Port တွေရှိမယ်၊ ဆန့်ကျင်ဘက်အစွန်းမှာတော့ အိတ်ဇော Port (သို့) အိတ်ဇောဗား ရှိနေမယ်။ လေအသစ်ရဲ့ သွားရာလမ်းကြောင်းက ရှင်းတယ် တစ်လမ်းတည်းပဲ။ အပေါ်တက်၊ အောက်ဆင်း၊ ဘေးတိုက်သွားရတာမျိုး မရှိဘူး၊ လေအသစ်နဲ့ အဟောင်း ရောယှက်နိုင်မှု နည်းတယ်။

B&W နဲ့ New Sulzer အင်ဂျင်တွေမှာ ဒီစနစ်ကို သုံးတယ်။ ဒီစနစ်ရဲ့ စကားဗင်းန်ဂျင်းစွမ်းရည်က (၀.၉) ထက်ပိုတယ်။ နောက်ပိုင်း အင်ဂျင်အများစုဟာ ဒီစနစ်ကို သုံးလာကြတယ်။

၁၇။ Supercharging ဆိုတာဘာလဲ။

အင်ဂျင်ဆလင်ဒါထဲကို ပေးသွင်းတဲ့ လေရဲ့အလေးချိန် (သို့) သိပ်သည်းဆကို တက်အောင်လုပ်တာကို ခေါ်တယ်။

လေအလေးချိန်များများ ဆလင်ဒါထဲရောက်တော့ သူနဲ့အချိုးအစားကိုက်ညီတဲ့ လောင်စာဆီပမာဏများများ မီးလောင်ကျွမ်းနိုင်ပြီး၊ အင်ဂျင်ရဲ့ပါဝါကို တိုးတက်ရရှိစေတယ်။

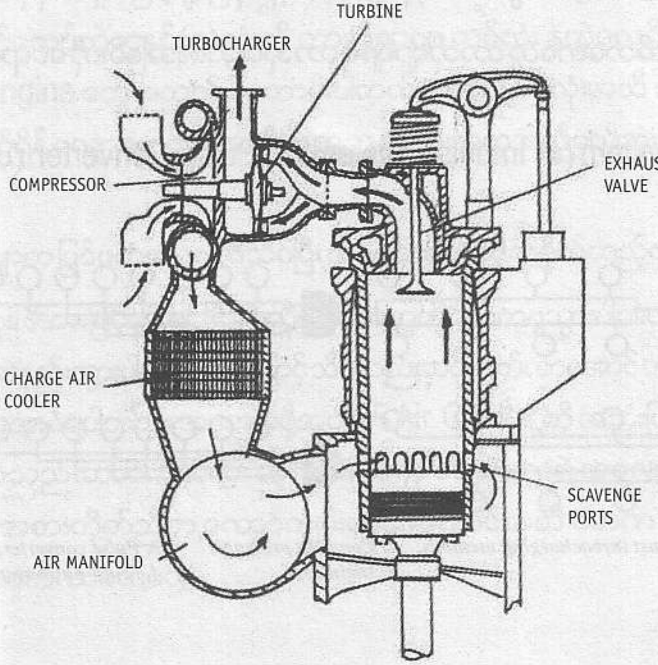
၁၈။ Supercharging နည်းလမ်းတချို့ကို ရှင်းပြပါ။

အင်ဂျင်တချို့မှာ ခရော့စ်ဟက်ဒ် (Crosshead) နဲ့ စကားဗင်နင်ဂ်ျပန့်နဲ့ဆက်ထားတယ်။ ခရော့စ်ဟက်ဒ်အတက်အဆင်းဖြစ်တော့ ပန့်ကလည်းအတက်အဆင်းဖြစ်ပြီးပြင်ပကလေကို ဆွဲယူတယ်၊ ဖိသိပ်တယ်၊ ပြီးမှ အင်ဂျင် ဆလင်ဒါထဲကို ထည့်ပေးတယ်။ တချို့ကျတော့ ရိုထရီဘလိုဝါကို ဂီယာ၊ ချိန်း၊ ပန်ကာကြိုး စသည်တို့သုံးပြီး အင်ဂျင်နဲ့ ဆက်ထားတယ်၊ အင်ဂျင်လည်တော့ ဘလိုဝါလည်း လည်ပြီးပြင်ပလေကို ဆွဲယူ ဖိသိပ်ပြီး အင်ဂျင်ထဲကို ပို့ပေးတယ်၊

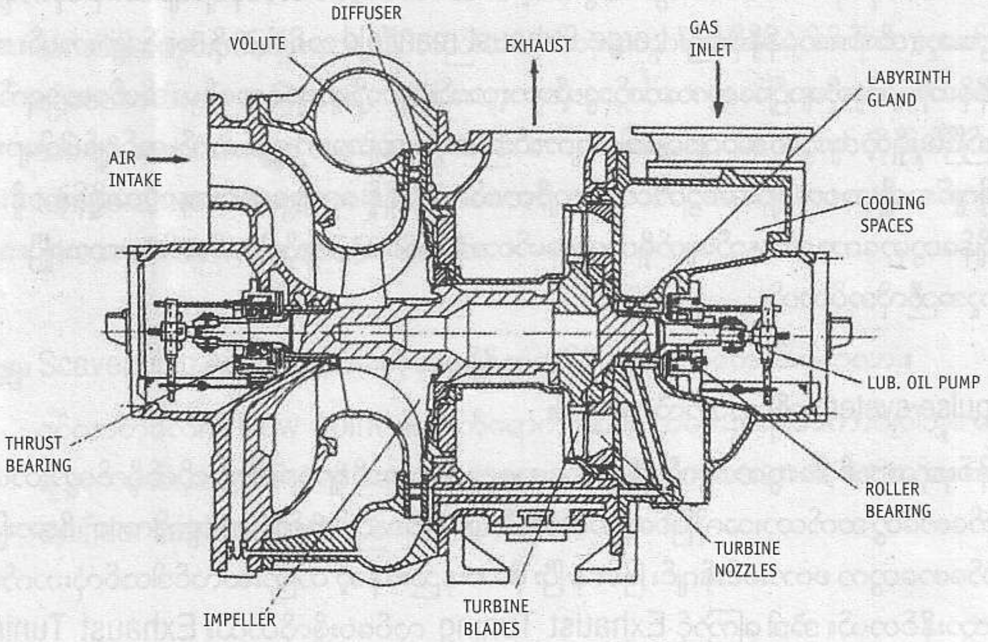
ဒီနေ့ခေတ်မှာတော့ တာဘိုချာဂျာကို အသုံးများတယ်။ တာဘိုချာဂျာလည်ပတ်ဖို့အတွက် အင်ဂျင်ရဲ့စွမ်းအား ထဲက ယူသုံးဖို့ မလိုဘူး၊ အင်ဂျင်ကစွန့်ပစ်မယ့် အိတ်ဇောဓာတ်ငွေ့ကို အသုံးပြုတယ်။ အင်ဂျင်အကြီးတွေအတွက် အင်ဂျင်စနိုးတဲ့အချိန်နဲ့ ဖြည်းဖြည်းလည်ပတ်နေတဲ့အချိန်တွေမှာ သူ့ချည်းပဲသုံးလို့ အဆင်မပြေဘူး၊ လျှပ်စစ်မော်တာနဲ့မောင်းတဲ့ အရံဘလိုဝါ ရဲ့အကူအညီလိုတယ်။

၁၉။ တာဘိုချာဂျာ Turbocharger ဆိုတာဘာလဲ။

တာဘိုချာဂျာ Turbocharger ဆိုတာ Single stage high speed turbine တစ်ခုပါပဲ၊ သူ့ကို centrifuge air blower တစ်ခုနဲ့ တိုက်ရိုက်ဆက်ထားတယ်။ အင်ဂျင်ကစွန့်ထုတ်လိုက်တဲ့ အိတ်ဇောတွေက တာဘိုင်း ဘက်ကို တွန်းပြီးထွက်သွားတယ်၊ အဲဒီတော့ သူ့တပ်ဆင်ထားတဲ့ ဝင်ရိုးကလည်မယ်။ အဲဒီဝင်ရိုးရဲ့တစ်ဘက်မှာ တပ်ဆင် ထားတဲ့ ဘလိုဝါလည်း လည်ပြီပေါ့။ သူက ပြင်ပကလေကို ဆွဲသွင်းမယ်၊ ဖိသိပ်မယ်၊ ပြီးတော့ အင်ဂျင်ထဲကို ပို့ပေးမယ်။ ဘလိုဝါ လို့ခေါ်သလို ကွန်ပရက်ဆာ Compressor လို့လည်း ခေါ်တတ်တယ်။ တာဘိုချာဂျာ တပ်ဆင်တဲ့အတွက် အင်ဂျင်ရဲ့ပါဝါလည်းတက်တယ်၊ ဆီစားနှုန်းလည်း သက်သာစေတယ်။




Turbo-charge system

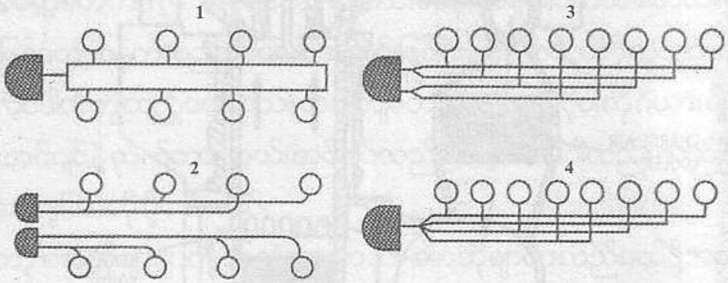



Turbo-charger

၂၀။ အင်ဂျင်ကထွက်တဲ့အိတ်ဇောတွေက တာဘိုချာဂျာထဲကို တိုက်ရိုက်ဝင်တာလား။

အင်ဂျင်ကထွက်တဲ့အိတ်ဇောတွေ တာဘိုချာဂျာရဲ့တာဘိုင်းဘက်အခြမ်းကို ဝင်ရာမှာ စနစ် (၄) မျိုးနဲ့ ဝင်ပါတယ်။

(က) Constant system (ခ) Impulse system (ဂ) Pulse Converter (ဃ) Multi pulse ဆိုပြီးရှိပါတယ်။




*Exhaust turbocharging methods: 1. Constant pressure; 2. Impulse; 3. Pulse converter; 4. Multi-pulse system;*

၂၁။ Constant system ဆိုတာဘာလဲ။ ရှင်းပြပါ။

အထက်ပါ စနစ်မှာ ဆလင်ဒါတွေက ထွက်တဲ့ အိတ်ဇောတွေက တာဘိုချာဂျာဆီကို တိုက်ရိုက်မသွားဘူး၊ အိတ်ဇောမန်နီဖိုးကြီး Large Exhaust manifold တစ်ခုထဲကို အရင်သွားတယ်။ အဲဒီမန်နီဖိုး ကိုမှ တာဘိုချာဂျာတွေက ဆက်သွယ်ထား တယ်။ တာဘိုချာဂျာရဲ့အဝင်မှာ အိတ်ဇောပရက်ရှာ တည်ငြိမ်မှုရှိတဲ့ အတွက် အင်ဂျင်ရဲ့ပါဝါအကောင်းဆုံးအနေအထားကို ရနိုင်တယ်။ အင်ဂျင်ပါဝါများတဲ့ အင်ဂျင်အမျိုးအစား များအတွက်သင့်လျော်တယ်။ စက်ရှိန် လျှော့မောင်းနေတဲ့အချိန်နဲ့ စနိုးတဲ့ အချိန်တွေမှာတော့ အားနည်းချက်ရှိတယ်။ မော်တာနဲ့မောင်းတဲ့ ဘလိုဝါ တပ်ဆင်ပေးထားရပြီး သူ့ရဲ့ အကူအညီလိုအပ်တယ်။

၂၂။ Impulse system ဆိုတာဘာလဲ။ ရှင်းပြပါ။

ဒီစနစ်မှာ ဆလင်ဒါတွေက ထွက်တဲ့ အိတ်ဇောတွေက တာဘိုချာဂျာဆီကို တိုက်ရိုက်သွားတယ်။ အိတ်ဇောတွေ ဆက်ထားသလိုဖြစ်နေတယ်။ အဲဒီတော့ ဆလင်ဒါတစ်လုံးက ထွက်လာတဲ့ ဖိအားမြင့် အိတ်ဇောတွေက စကားဗင်းနိဂျင်း ဖြစ်နေ ပြီး ဖိအားနည်းနေတဲ့ တခြားဆလင်ဒါတစ်လုံးဘက်ကို ဝင်သွားနိုင်တယ်။ အဲဒါ ကြောင့် Exhaust Tuning လုပ်ပေးဖို့လိုတယ်။ Exhaust Tuning ဆိုတာက Firing Order ပေါ်မူတည်ပြီး သင့်လျော်တဲ့ ယူနစ်တွေကို အိတ်ဇောပိုက်တွဲပေးထားတာကို

ခေါ်ပါတယ်။ ခုနက ရှင်းပြခဲ့တဲ့ ပြဿနာကို ရှောင်နိုင်အောင် အတွက်ပါ။ Two Stroke Engine တွေမှာ သင့်လျော်တဲ့ယူနစ်(၃)လုံးကို တာဘိုချာဂျာ တစ်လုံး နဲ့တွဲလေ့ရှိပါတယ်။ ဒီစနစ်က Four Stroke Engine တွေအတွက် ပိုကောင်းပါတယ်။ ယူနစ်(၈) လုံးအထိ တွဲလို့ရတယ်။ စမောင်းတဲ့ အချိန်နဲ့ စက်ရှိန် လျှော့မောင်းတဲ့ အချိန်တွေမှာ တခြားအကူအညီမလိုဘူး။

၂၃။ တာဘိုချာဂျာက ပြင်ပကလေကို ဖိသိပ်ပြီး အင်ဂျင်ထဲကို တိုက်ရိုက်ထည့်လိုက်တာလား။

မဟုတ်ပါဘူး၊ ဖိအားမြင့်အောင်ဖိသိပ်လိုက်တဲ့အတွက် လေကပူသွားပါတယ်။ ပူတော့ ပွတယ်။ ပွတော့ သိပ်သည်းဆနည်းသွားပါတယ်။ ဒါကြောင့် သိပ်သည်းဆပိုတက်လာအောင် တာဘိုချာဂျာကထွက်လာတဲ့ လေကို အအေးခံရပါတယ်။ အအေးခံဖို့အတွက် Air Cooler ကို အသုံးပြုပါတယ်။ အေးသွားတော့ လေရဲ့ သိပ်သည်းဆတက်တယ်၊ ဆလင်ဒါထဲကို ဝင်တဲ့လေရဲ့ အလေးချိန်တက်တယ်၊ ဒီတော့ သူနဲ့ အချိုးအစားကိုက်ညီစွာ လောင်ကျွမ်းရမယ့် လောင်စာဆီ ပမာဏ တက်လာမယ်၊ အင်ဂျင်ရဲ့ ပါဝါလည်းတက်လာမယ်ပေါ့။

၂၄။ Scavenging Air ကို အအေးခံတဲ့အတွက် ဘာအကျိုးကျေးဇူးတွေရပါသလဲ။

ဆလင်ဒါအတွင်းဝင်မယ့် လေရဲ့သိပ်သည်းဆတက်တဲ့အတွက် အင်ဂျင်ရဲ့ပါဝါကို ၁၀% အထိ တိုးတက်ရရှိစေပါတယ်။ ဝင်လာတဲ့ လေရဲ့အပူချိန်လျော့ကျတဲ့အတွက် ဆက်နွယ်ပြီး အင်ဂျင်ရဲ့အိတ်ဇောအပူချိန်၊ အင်ဂျင် ဆလင်ဒါတွေရဲ့ အပူချိန်တွေလည်း လျော့ကျစေပါတယ်။ အင်ဂျင်ကို Safe working temperatures အတွင်း မှာရှိစေပြီး ပစ်စတင်၊ ပစ်စတင်ရင်းဂ်၊ လိုင်နာတွေ အပေါ်မှာဖြစ်ပေါ်တဲ့ Stress ကိုလည်း လျော့နည်းစေ ပါတယ်။

၂၅။ Scavenging Air ကို အအေးခံတဲ့ အပူချိန် အလွန်နိမ့်ရင်ကောင်းကောင်းပါသလား။

ဝင်လာတဲ့လေကို Dew point အောက်ရောက်အောင် အအေးခံရင်မကောင်းပါဘူး၊ ငွေ့ရည်ဖွဲ့မှု များလာမယ်၊ ဆလင်ဒါထဲကို ရေငွေ့တွေများများပါလာပြီး Corrosion & wear ပိုတက်လာမယ်၊ cylinder lubrication ကိုလည်းထိခိုက်စေ မယ်။

၂၆။ Scavenging Air နဲ့ပတ်သက်ပြီး သိထားသင့်တဲ့ အပူချိန်များကို ပြောပြပါ။

ပထမဦးဆုံးပြောချင်တာကတော့ အင်ဂျင် တစ်လုံးနဲ့တစ်လုံးမတူတဲ့အတွက် သက်ဆိုင်ရာMaker's Instruction ကိုဖတ်ပါ၊ လိုက်နာပါ။ ယေဘုယျသဘော ပြောရမယ် ဆိုရင် အပူချိန် ၅၅ ဒီဂရီ စင်တီဂရိတ်ထက် မကျော်သင့် ပါဘူး၊ ၂၀/၂၅ ဒီဂရီစင်တီဂရိတ်အောက်လည်း မရောက်သင့်ပါဘူး။

၂၇။ Air cooler ကောင်းမကောင်း ဘယ်လို သိနိုင်သလဲ။

Air cooler မှာ အပြစ်ဖြစ်နိုင်တာ နှစ်ပိုင်းရှိပါတယ်။ လေ ရယ် ရေရယ်ပါ။ လေ သွားရာလမ်းကြောင်းမှာ ညစ်ပတ်ပြီး လမ်းကြောင်းပိတ်ဆို့နေနိုင်သလို၊ လေကို အအေးခံတဲ့ အရည်ဖြစ်တဲ့ Sea water (သို့) Fresh Water သွားရာလမ်းကြောင်းမှာ ညစ်ပတ်၊ ပိတ်ဆို့နေတာလည်းဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

Manometer ကိုကြည့်ပြီး Pressure drop across air cooler(s) ရဲ့အနေအထားကို ခန့်မှန်းနိုင်ပါတယ်။

Pressure drop of air across blower filter/TC ကိုလည်းစစ်ဆေးရပါမယ်။ နှိုင်းယှဉ်ရမယ့် တန်ဖိုးတွေ ကို Normal service value နဲ့ Ship trial result ကနေ ကြည့်ရပါမယ်။

ရေလိုင်းဘက်မှာ ဆိုရင်တော့ Cooling water ရဲ့ Pressure ရယ်၊ အဝင်နဲ့အထွက်မှာရှိတဲ့ အပူချိန် ကွာခြား ချက်ရယ်ကို စစ်ဆေးရပါမယ်။ ဉပမာအနေနဲ့ B&W K98MC engine manual ကနေ ကောက်နုတ် ဖော်ပြပေးပါ့မယ်။ (Temperature difference across cooler should not exceed Conv. sea water cooling system: 20°C, Central cooling water system: 27°C.)

၂၈။ Main Engine မောင်းနေတုန်း Air Cooler's water side choke ဖြစ်တယ်လို့ သိရင် ဘာလုပ်မလဲ။

Air cooler သွားတဲ့ ရေလိုင်းရဲ့ By pass valve ကိုပိတ်ပေးပြီး Air cooler ထဲကို ရေများများသွားစေမယ်၊ C/E ကို အကြောင်းကြားမယ်၊ လိုအပ်ရင် စက်ရှိန်လျှော့မယ်။ သင်္ဘောစက်ရပ်တဲ့အခါမှာ Air cooler's tube တွေကိုသန့်ရှင်းရေးလုပ်မယ်။

၂၉။ Main Engine မောင်းနေတုန်း Air Cooler tube ပေါက်မှန်းသိရင် ဘာလုပ်မလဲ။

ရေလိုင်းက By pass valve ကိုဖွင့်မယ်။ Drain valve ကိုဖွင့်မယ်။ C/E ကို အကြောင်းကြားမယ်။ စက်ရှိန်လျှော့မယ်။

၃၀။ Scavenge Trunk မှာ Safety အနေနဲ့ဘာတွေတပ်ထားလဲ။

(a) Scavenge trunk relief valve
(b) Scavenge drain
(c) Steam or $CO_2$ fire fighting line
(d) Scavenge trunk thermometer

# 3. SCAVENGE FIRE

## ၃၁။ Scavenge Fire ဘယ်လိုဖြစ်ပေါ်လာတာလဲ။

အဓိက ကတော့ Fire triangle ဖြစ်ပေါ်စေတဲ့အချက်တွေ ပြည့်စုံသွားလို့ပါ။ (၁) လောင်စာအနေနဲ့ ပိုနေတဲ့ Cylinder Oil ဆလင်ဒါအိုင်းလ် ရယ်၊ Un burnt Fuel Oil မလောင်ကျွမ်းဘဲ ကျန်နေတဲ့ လောင်စာဆီရယ် က Scavenge Trunk ထဲမှာ တဖြည်းဖြည်းနဲ့ များလာမယ် (၂) အောက်ဆီဂျင်တွေ ပါဝင်တဲ့ လေကတော့ Scavenge Trunk ထဲမှာ နဂိုကတည်းကရှိပြီး သား (၃) မီးလောင်မှုဖြစ်ပွားဖို့ လုံလောက်တဲ့ အပူချိန်ကို ပေးနိုင်တဲ့ Heat Source/Hot spot အနေနဲ့က Combustion Chamber ထဲကနေ Blow pass ဖြစ်လာတဲ့မီးတောက်တွေ၊ မီးပွားတွေပေါ့၊ Stuffing Box ပုံမှန် မဟုတ်လို့ Frictionကနေ Heat ထွက်လာ တတ်တာကလည်း ဖြစ်နိုင်တဲ့အကြောင်းတစ်ခု၊ Crankcase Explosion ဖြစ်လို့ အဲဒီကနေ အပူရနိုင်တာကလည်း အကြောင်းတစ်ခု ပါ။

## ၃၂။ Scavenge Fire ဖြစ်ရင် ဘာလက္ခဏာတွေပြလဲ။

Scavenge နဲ့ Exhaust temperature တွေတက်မယ်၊ တာဘိုချာဂျာ surging ဖြစ်မယ်။ ရုတ်တရက် အင်ဂျင်စက်ရှိန် လျော့ကျသွားတတ်တယ်။ Scavenge drain cock ဖွင့်ကြည့်လို့ရတဲ့ အင်ဂျင်မျိုးမှာ ဖွင့်ကြည့် ရင် မီးခိုးဖြူတွေနဲ့ sparks ထွက်လာတာတွေ့ရနိုင်တယ်။ T/C air filter ကနေလည်း မီးခိုး ထွက်လာနိုင်တယ်။

၃၃။ Scavenge Fire ဖြစ်ရင် ဘယ်လို ဆောင်ရွက်မလဲ။

Scavenge Fire ဖြစ်မှန်းသိရင် စက်ရှိန်လျှော့မယ်၊ ဖြစ်နေတဲ့ယူနစ်ကို ဆီဖြတ်မယ်၊ သူ့ရဲ့ ဆလင်ဒါအွိုင်းလ်ကို ပိုပေးမယ်။ မီးဟာလောင်စာကုန်ရင်သူ့အလိုလိုငြိမ်းသွားတတ်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ မီးလောင်တဲ့အနေအထားက ကြီးမားနေတယ်ဆိုရင်တော့ အင်ဂျင်ရပ်ဖို့ လိုအပ်လာပါလိမ့် မယ်၊ Bridge and C/E ကိုအကြောင်းကြားပြီး အင်ဂျင်ရပ်ရပါလိမ့်မယ်။

အင်ဂျင်ရပ်ပြီးပြီးချင်း Turning Gear ထည့်ပါ။ အင်ဂျင်ကိုလှည့်ပေးပါ။ အပူလွန်ပြီး အင်ဂျင် အစိတ်အပိုင်းတွေ distortion ဖြစ်တာ၊ Seizure ဖြစ်တာတွေကို ကာကွယ်နိုင်အောင်ပါ။ မီးသတ်တဲ့ စနစ်တပ်ဆင်ထားတယ်ဆိုရင်လည်း အသုံးချပြီး မီးငြိမ်းသတ်သင့်ပါတယ်။ မီးသတ်တဲ့စနစ်မရှိလည်း ယေဘုယျအားဖြင့် မီးဟာ ၅ - ၁၅ မိနစ်ကြား မှာ ငြိမ်းသွားလေ့ရှိပါတယ်။

အင်ဂျင်ပူနေချိန်မှာ ဘယ်အကြောင်းကြောင့်မှ Scavenge space doors တွေကို မဖွင့်ရပါဘူး၊ မီးထပ်ပြီး ထပြီး တောက်လောင်နိုင်တဲ့ အတွက်ဖြစ်ပါတယ်။ လူတွေကလည်း Relief doors တွေနဲ့ လွတ်ကင်းရာမှာ နေသင့်ပါတယ်။ မီးသေပြီးတဲ့နောက် အင်ဂျင်ကလည်း အေးသွားပြီးတဲ့ နောက်မှာမှ ဖွင့်ပြီး အထဲမှာရှိတဲ့ အကြွင်းအကျန် အစအနတွေဖယ်ရှားပြီး သန့်ရှင်းရေးလုပ်ပါ။ ပြီးနောက် Cylinder liner, Piston rod, stuffing box တို့ကို ပုံမှန်အတိုင်းရှိမရှိ ပျက်စီးမှု၊ လိမ်ကောက် သွားခြင်းရှိမရှိကြည့်ပါ။ ဆက်သုံးရန်သင့် မသင့် သေချာစစ်ဆေးပါ။

အဲဒီမှာ တစ်ခုသတိပြုစေချင်ပါတယ်။ သက်ဆိုင်ရာယူနစ်ကို ဆီဖြတ်တဲ့အခါ Maker instruction အတိုင်း ဆောင်ရွက်ပါ။ များသောအားဖြင့် Fuel Pump ထဲမှာရှိတဲ့ Plunger ကို သူ့ရဲ့ Drive Cam နဲ့လွတ်သွား အောင် မလိုက်တာဖြစ်ပါတယ်။ Fuel Pump inlet valve ပိတ်လိုက်တယ်ဆိုတဲ့ အယူအဆမှားတွေ ကိုရှောင်ပါ။

၃၄။ Scavenge Fire မဖြစ်အောင် ဘယ်လို ကြိုတင်ကာကွယ်မလဲ။

(၁) Engine overhauling and Maintenance ကို ပုံမှန်လုပ်မယ်။

(၂) အထူးသဖြင့် Liners နဲ့ Rings တွေကို သတ်မှတ်ထားတဲ့ clearances limits အတွင်းမှာ ရှိနေစေမယ်။

(၃) ဆလင်ဒါအွိုင်းကို လုံလောက်အောင် ပေးမယ်၊ adequate cylinder lubrication

(၄) Fuel valve dripping မဖြစ်အောင် ဂရုစိုက်မယ်။

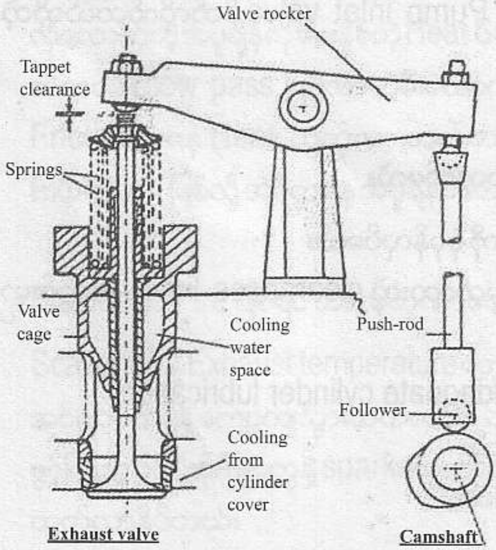
(၅) Scavenge Trunk ကို ပုံမှန် သန့်ရှင်းရေးလုပ်မယ်။

(၆) Scavenge drain သေချာ လုပ်မယ်။

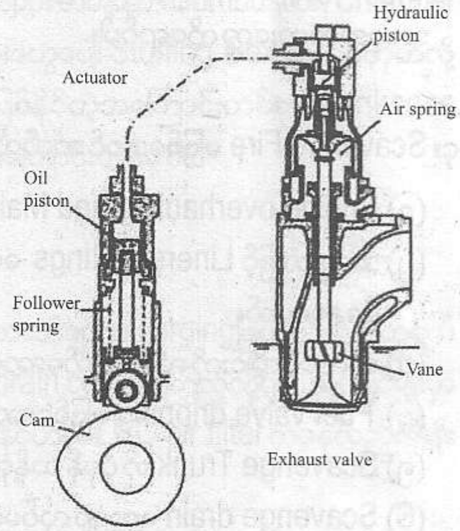
# 4. EXHAUST VALVE

၃၅။ Main Engine exhaust valve တွေ အလုပ်လုပ်ပုံကိုရှင်းပြပါ။

အင်ဂျင်မော်ဒယ်အဟောင်းတွေမှာ Cam က push rod ကိုတွန်းတယ် push rod က rocker arm ရဲ့တစ်ဘက်စွန်းကိုဆက်တွန်းတင်မယ်။ ဆုံချက်ရဲ့တစ်ဘက်မှာရှိတဲ့ Rocker armရဲ့တခြားဘက်စွန်းကနိမ့်ဆင်းလာပြီး springs ရဲ့တွန်းအားကိုဆန့်ကျင်ကာ Exhaust




*Exhaust valve with pushrod and tappet*




*Hydraulically operated exhaust valve (Sulzer)*

valveကိုအောက်ဆင်းစေမယ် ပွင့်စေမယ်။ Cam ကလည်နေတော့ Cam base ဘက်ရောက်တဲ့အခါမှာ Exhaust valve ဟာ Spring အားနဲ့ ပြန်ပိတ်မယ်။
ဒီနေ့ခေတ် အင်ဂျင်တွေမှာတော့ Hydraulic Exhaust valve ကိုအသုံးပြုတာများလာပြီဖြစ်ပါတယ်။ Hydraulic oil pressure နဲ့ Exhaust valve ဟာ ပွင့်မယ်။ Air spring pressure နဲ့ Exhaust valve ဟာပြန်ပိတ်မယ်။

၃၆။ Exhaust/Inlet Valves တွေမှာ spring နှစ်ခုပါလေ့ရှိတာဘာကြောင့်လဲ။

Spring တစ်ခုထဲရှိပြီး ပျက်စီးတဲ့အခါမှာ valve ဟာ Combustion chamber ထဲကို ကျသွားနိုင် ပါတယ်။ နှစ်ခုတပ်ထားတော့ အဲဒီပြဿနာကို ကာကွယ်ပေးပါတယ်။ Valveဟာ Spring အားနဲ့ပြန်ပိတ်တဲ့အခါမှာ Bouncing effect ဖြစ်ပါတယ်။ မတူညီတဲ့ စပရိန် နှစ်ခုတပ်ထားတဲ့အတွက် အဲဒီအကျိုးဆက်ကို ကာကွယ်ပေးပါတယ်။

၃၇။ Tappet clearance ထားရဘာကြောင့်လဲ။

Valve stem ထိပ်နဲ့ rocker arm အကြားမှာရှိတဲ့ ကြားလွတ်အကွာအဝေးကို Tappet clearances လို့ ခေါ်ပါတယ်။ အင်ဂျင်ရပ်ထားချိန်နဲ့ မောင်းနှင်နေချိန်မှာ အပူချိန်ကွာခြားမှုရှိပါတယ်။ မောင်းနှင်နေတဲ့အချိန် အပူချိန်မြင့်လာတာကြောင့် Valve stem ကလည်း ရှည်ထွက်ပါတယ်။ အဲဒါကို ကြိုတင်တွက်ဆထားပြီး အင်ဂျင် ရပ်နေချိန်မှာ Maker သတ်မှတ်ထားတဲ့ Tappet clearance ရအောင်ချိန်ပြီး ထားပေးရပါတယ်။

၃၈။ Tappet clearance နည်းရင်ဘာဖြစ်မလဲ၊ များရင်ဘာဖြစ်မလဲ။

Tappet clearance နည်းရင် valve ကစောပြီးပွင့်မယ်။ Valve timing မမှန်တော့ဘူး။ ပိတ်ရမယ့်အနေအထား မှာ မပိတ်ဘဲလည်းဖြစ်နေနိုင်တယ်။ Compression ကိုထိခိုက်စေမယ်။ တချို့သော အင်ဂျင်ငယ်လေးတွေမှာ Valve ထောက်ပြီး Piston, Valve, Push rod, Cam စတဲ့အစိတ်အပိုင်းတွေကို ပျက်စီးစေနိုင်ပါတယ်။
Tappet clearance များရင် valve ကနောက်ကျပြီးပွင့်မယ်။ Valve timing မမှန်တော့ဘူး။ Valve stem ထိပ်နဲ့ rocker arm ရိုက်ခတ်တဲ့အသံထွက်လာမယ်။ အဲဒီ အစိတ်အပိုင်းနှစ်ခု ပျက်စီးလွယ်မယ်။

၃၉။ Exhaust valve ဘာကြောင့် လည်ဖို့ လိုအပ်သလဲ။

Valve နဲ့ valve seat အပေါ်မှာ ညီညီမျှမျှ ပွန်းစားမှုဖြစ်စေဖို့ နဲ့ ပွန်းစားမှုလျော့နည်းစေဖို့၊ Valve seat ပေါ်မှာတင်နေတဲ့ deposit တွေကို ဖယ်ရှားပစ်နိုင်အောင်လို့၊ valve ရဲ့အသုံးပြုနိုင်တဲ့ သက်တမ်းပိုရှည်ကြာ စေဖို့၊ အတွက် လည်ဖို့လိုအပ်ပါတယ်။

၄၀။ Exhaust valve လောင်ရတဲ့အကြောင်းရင်းများကို ဖော်ပြပါ။

- အင်ဂျင်မှာ (သို့) ယူနစ်တစ်ခုမှာ over load ဆက်တိုက်ဖြစ်နေလို့၊
- Poor combustion ဖြစ်နေလို့၊
- Tappet ချိန်တာမမှန်တဲ့အတွက် ဗား သေချာမပိတ်လို့ (သို့)starvation of closing air ဖြစ်နေလို့၊
- အအေးခံတဲ့ရေ လုံလောက်မှုမရှိတဲ့အတွက် ဗားမှာ အပူလွန်သွားလို့၊
- ဆီမကောင်းတဲ့အတွက် Vanadium, Sodium တွေပါလာပြီး၊ Hot corrosion ဖြစ်လို့၊
- မသင့်လျော်တဲ့ သတ္တုအမျိုးအစားကို သုံးထားလို့၊

၄၁။ Exhaust valve မလုံရင်ဖြစ်လာတတ်တဲ့ လက္ခဏာတွေကို ပြောပြပါ။

- သက်ဆိုင်ရာယူနစ်မှာ အိတ်ဇောအပူချိန် တခြားယူနစ်တွေထက် ပိုမြင့်နေမယ်
- Indicator cards ယူရင် Low Compression Pressure and Low Peak Pressure တွေပြနေမယ်
- ယူနစ်ထဲကို လေအဝင်နည်းရင်လည်း အပေါ်က လက္ခဏာနဲ့တူပါတယ်၊ ဒါပေမဲ့ Scavenge Air pressure နဲ့ Super charge air pressure ကိုကြည့်ပြီး၊ ဗားကြောင့်ဖြစ်တာလား၊ လေအဝင်နည်းလို့ ဖြစ်တာလား ဆိုတာ ခွဲခြားနိုင်ပါတယ်။

၄၂။ ME all unit Exhaust temperature တက်နေတာဘာကြောင့်လဲ။

- Scavenge Air Temperature/Sea water temperature မြင့်နေလို့
- လေနဲ့ အိတ်ဇော သွားရာ လမ်းကြောင်းတွေမှာ ညစ်ပတ်နေပြီး ပိတ်ဆို့နေလို့၊
- Cam shaft position မှားနေပြီး Incomplete combustion or after burning ဖြစ်နေလို့၊
- Fuel Cam / Exhaust valve Cam တွေ ပွန်းစားမှု များနေလို့၊
- ဆီ အရည်အသွေး မကောင်းလို့ /Bad fuel

- လောင်စာဆီကို သန့်စင်ရာမှာ လုံလောက်အောင်မဆောင်ရွက်နိုင်လို့ / inadequate purification
- Overload ဖြစ်နေလို့၊

၄၃။ ME only one unit Exhaust Temperature မြင့်နေတာ ဘာကြောင့်လဲ။

- အဲဒီယူနစ်မှာ Scavenge Fire ဖြစ်နေလို့၊
- Exhaust valve မလုံလို့ (သို့) လောင်လို့၊
- Faulty fuel valve & fuel pump
- Blow pass
- Wrong adjustment of timing / Cam damaged

၄၄။ Hydraulic Exhaust Valve တွေမှာ မြင်နိုင်တဲ့ လည်ပတ်နေတဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေ မရှိပါဘူး၊ ဒီတော့ Valve လည်မလည် နဲ့ ဖွင့်ပိတ်ခြင်းရှိမရှိကို သင်ဘယ်လို စစ်ဆေးပါသလဲ။

Exhaust Valve တွေမှာ Indicator တစ်ခုတပ်ထားပါတယ်။ Exhaust Valve လည်ပတ်ခြင်းရှိမရှိ၊ ထက်အောက်တက်ဆင်းရှိမရှိစစ်ဆေးချင်တဲ့အခါ Indicator ကို Pneumatic piston နဲ့ထိထားစေလိုက်ပါတယ်။ ထက်အောက်တက်ဆင်းဖြစ်နေတဲ့ Indicator ကို ကြည့်ပြီး Valve ဖွင့်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်း လုပ်နေတာကို သိနိုင်ပါတယ်။ Indicator နဲ့ Pneumatic piston နဲ့ထိနေတဲ့ နေရာတည့်တည့် Pneumatic piston ရဲ့ မျက်နှာပြင်မှာ ၉၀ ဒီဂရီခန့်ကို အချိုင့်ပြုလုပ်ထားပါတယ်။ Indicator ရဲ့ ထက်အောက်တက်ဆင်းမှုက မပြောင်းလဲဘူးဆိုရင် ဗားမလည်ပါဘူး၊ ထက်အောက်တက်ဆင်းဖြစ်တယ် ဖြစ်တဲ့ပမာဏကလည်းပြောင်းလဲနေ တယ် ဆိုရင် ဗားလည်တယ်လို့ သိနိုင်ပါတယ်။

# 5. FUEL & FUEL SYSTEM

၄၅။ Flash Point ဆိုတာဘာလဲ။

The lowest temperature at which an oil forms an inflammable mixture with air.
Flash နဲ့ Boil ကိုရောတတ်တဲ့အတွက် ရှင်းပြပါမယ်။ ဓာတ်ဆီပုံးရဲ့အဖုံးကို ဖွင့်ပြီး အနီးကပ်ကြည့်ရင် ဆီငွေ့လေးတွေ ရိပ်ရိပ် ရိပ်ရိပ်နဲ့ တက်နေတာကို မြင်ရပါလိမ့်မယ်။ အဲဒါ Flash ဖြစ်နေတာပါ။ အရည်တစ်ခုကို သူ့ရဲ့အရည်ဆူမှတ်ရောက်တဲ့အထိ အပူပေးလိုက်ရင်တော့ ဆူပွက်လာပြီး အရည်ကနေ အငွေ့အဖြစ်ပြောင်းပါလိမ့်မယ် အဲဒါကို တော့ Boil လို့ သိပြီးကြပြီးသားပါ။

၄၆။ SOLAS အရ Flash Point ဘယ်လောက်ထက်နိမ့်တဲ့ ဆီအမျိုးအစားတွေကို သင်္ဘောပေါ်မှာ မသုံးရ၊ မထားရဘူးလို့ သတ်မှတ် ထားပါသလဲ။

Flash Point 60°C ထက်နိမ့်တဲ့ဆီကို အသုံးမပြုရပါဘူး။

၄၇။ API ဆိုတာဘာလဲ။

American Petroleum Institute – A trade association which has produced many specifications and procedures which have become accepted almost as standards by the petroleum industry.

၄၈။ Cetane number ဆိုတာဘာလဲ။

A measure of the ignition quality of a fuel relates to the time delay between injection and combustion. The higher the number the better the ignition quality. လောင်စာဆီရဲ့မီးလောင်နိုင်တဲ့စွမ်းရည်ကို တိုင်းတာတဲ့ နည်းလမ်းတစ်ခုပါ။ သူက အင်ဂျင်ထဲကို ဆီပန်းသွင်းလိုက်ချိန်နဲ့ ဆီစပြီးမီး လောင်တဲ့အချိန်ရဲ့ကြားထဲမှာရှိတဲ့ကြန့်ကြာချိန်နဲ့ဆက်စပ် နေပါတယ်။ နံပါတ်မြင့်လေ မီးလောင်နိုင်တဲ့စွမ်းရည် မြင့်လေပါပဲ။

၄၉။ Pour Point ဆိုတာဘာလဲ။

This is the lowest temperature at which an oil will barely flow. ဒီအပူချိန်မှတ်ရဲ့ အောက်ကို ရောက်တာနဲ့ ဆီဟာ စီးဆင်းမှုမပြုနိုင်တော့ဘူး။

၅၀။ Cloud Point ဆိုတာဘာလဲ။

The temperature at which waxes form in a fuel. This can lead to pipe or filter blockage. ဒီအပူချိန်ရောက်တာနဲ့ လောင်စာဆီထဲမှာ ဖယောင်း စပြီးဖြစ်ပေါ်လာတယ်။ ဒါကြောင့်၊ ပိုက်တွေ၊ ဆီစစ်တွေမှာ ပိတ်ဆို့မှုတွေဖြစ်ပေါ်လာစေနိုင်တယ်။

၅၁။ CCR (Conradson Carbon Residue)ဆိုတာဘာလဲ။

CCR တန်ဖိုးများရင် မီးမလောင်ဘဲကျန်နေခဲ့မယ့် ကာဗွန်ချိုးပမာဏနဲ့ မီးခိုးထွက်တဲ့နှုန်းများမယ်။

၅၂။ CCAI ဆိုတာဘာလဲ။

Calculated Carbon Aromacity Index: It is a number used to determine the ignition quality of residual fuel. This figure, which should lie between the limits of 800 and 870 give a guide to the burnability of the fuel and its ignition characteristics. The higher the number, the longer the ignition delay.

လောင်စာဆီတွေရဲ့မီးလောင်နိုင်တဲ့စွမ်းရည်ကို ဖော်ပြတဲ့နေရာမှာသုံးတဲ့ ကိန်းဂဏန်းတစ်ခုပါ။ သူရဲ့ တန်ဖိုးက ၈၀၀ နဲ့ ၈၇၀ ကြားမှာရှိသင့်ပြီး ဒါက သူ့ရဲ့လောင်ကျွမ်းနိုင်တဲ့အရည်အချင်းနဲ့ မီးလောင်ကျွမ်းမှု ဆိုင်ရာလက္ခဏာ တွေအတွက် ညွှန်ပြချက်တစ်ခုပါ။ ကိန်းဂဏန်းတန်ဖိုး များလေလေ မီးလောင်ဖို့ ကြန့်ကြာချိန်များလေလေပေါ့။

၅၃။ After burning ဆိုတာဘာလဲ။

After burning ဆိုတာ လောင်စာဆီက လောင်ကျွမ်းမှု နှေးလို့ (သို့) နောက်ကျလို့ Expansion Stroke ထဲ အထိ လောင်စာဆီ ဆက်လက်လောင်ကျွမ်းနေတာကိုခေါ်ပါတယ်။

၅၄။ After burning ဘာကြောင့်ဖြစ်ရတာလဲ။

After burning ဖြစ်ရတာက အောက်ပါအချက်တွေကြောင့်ပါ။
Incorrect fuel pump timing, Faulty fuel injector, Heavy fuel oil temperature too low, Lack of scavenge air or Poor compression.

၅၅။ After burning ကြောင့် ဘာတွေဖြစ်နိုင်သလဲ။

After burning ကြောင့် အောက်ဖော်ပြပါပြဿနာများကြုံတွေ့ရပါမယ်။
Loss in power, Exhaust gas temperature high, Black smoke, Burning exhaust valve, Fouling exhaust system, Fouling turbocharger, Possible fire in the uptakes, High cylinder temperature and Difficulty in liner lubrication.

၅၆။ Ignition Delay

Start of Injection ဆလင်ဒါထဲကို လောင်စာဆီ စတင်ပန်းသွင်းတဲ့အချိန် နဲ့ Start of Ignition အဲဒီလောင်စာဆီ စတင်မီးလောင်တဲ့အချိန် ကြားမှာ ကြန့်ကြာချိန် delay time ရှိပါတယ်။ အဲဒါကို Ignition Delay လို့ခေါ်ပါတယ်။ ဆလင်ဒါထဲရောက်လာတဲ့ လောင်စာဆီက ဖိသိပ်ထားပြီး အပူချိန်မြင့်နေတဲ့ လေ ကနေ မီးလောင်ကျွမ်းဖို့ လိုအပ်တဲ့ အပူကို ရယူဖို့ ကြန့်ကြာတဲ့အချိန်ပါ။

၅၇။ ဆီနဲ့ပတ်သက်တဲ့ စံချိန်စံညွှန်း Guiding Fuel Oil Specification ကိုပြောပြပါ။

| Guiding specification (Maximum Values | | |
|---|---|---|
| Density at 15°C | Kg/cm³ | 991* |
| Kinematic viscosity | | |
| at 100°C | cSt | 55 |
| at 50°C | cSt | 700 |

| | | |
|---|---|---|
| Flash point | °C | ≥ 60 |
| Pour point | °C | 30 |
| Carbon residue | % (m/m) | 22 |
| Ash | %(m/m) | 0.15 |
| Total sediment after ageing | %(m/m) | 0.10 |
| Water | % (v/v) | 1.0 |
| Sulphur | % (m/m) | 5.0 |
| Vanadium | mg/kg | 600 |
| Aluminium + Silicon | Mg/Kg | 80 |
| Equal to ISO 8217/CIMAC H55 | | |

၅၈။ MARPOL Annex VI မှာပါဝင်တဲ့ လောင်စာဆီနဲ့ ပတ်သက်တဲ့ အရေးကြီးသော အချက်အချို့ကို ရှင်းပြပါ။

Marpol Annex VI မှာလောင်စာဆီနဲ့ပတ်သက်တဲ့ကန့်သတ်ချက်တွေရှိပါတယ်။ လေထုညစ်နွမ်းမှု Air Pollution ကိုကာကွယ်ဖို့အတွက်ဖြစ်ပါတယ်။ သင်္ဘောပေါ်မှာအသုံးပြုတဲ့ လောင်စာဆီတွေမှာ ဆာလ်ဖာပါဝင်တဲ့နှုန်း (4.5% mass/mass) ထက်မကျော်ရပါဘူး။ {SECA Area: SOx Emission Control Area} လို့သတ်မှတ်ထားတဲ့နေရာတွေမှာ အသုံးပြုမယ့်လောင်စာဆီမှာတော့ ဆာလ်ဖာပါဝင်တဲ့နှုန်း ပိုနည်း ရပါမယ် (1.5% m/m) ထက်မကျော်ရပါဘူး။ နောင်ကို ဒီသတ်မှတ်ချက်ထက် ပိုပြီး တင်းကြပ်သွားဦးမှာပါ။

MARPOL Annex VI က 19May2005 မှာ Enforced ဖြစ်ပါတယ်။ The revised Annex VI ကတော့ 1July2010 မှာ Enter into force ဖြစ်ပါလိမ့်မယ်။

သင်္ဘောတွေဟာ တခြားအရပ်ဒေသကနေ SECA ကိုဝင်မယ်ဆိုရင် ကြိုတင်ပြီး လောင်စာဆီ ပြောင်းသုံးရပါ တယ်။ ဆာလ်ဖာပါဝင်မှုနည်းတဲ့ လောင်စာဆီပြောင်းသုံးတဲ့အတွက် သင့်လျော်တဲ့ Cylinder oil ကိုလည်းပြောင်းသုံး ရပါသေးတယ်။

၅၉။ Special Area under MARPOL Annex VI (SECA) တွေကို ပြောပြပါ။

Baltic Sea, North Sea- North European Water.

၆၀။ Self Closing Valves တွေကို ဘယ်နေရာတွေမှာ တပ်ဆင်တာလဲ၊ ဘာကြောင့်တပ်ဆင် ရတာလဲ။

Self Closing Valves တွေကို Settling Tank နဲ့ Service Tank တွေရဲ့ dumping valve & drain valve မှာတပ်ဆင်လေ့ရှိပါတယ်။ သင်္ဘောကတည်ငြိမ်နေတာမဟုတ်ပါ။ Rolling, Pitching ဖြစ်နေတတ် သလို Vibration ကလည်းရှိနေပါသေးတယ်။ အဲဒီအခြေအနေတွေကြောင့် ဗားတွေဟာ မတော်တဆ ပွင့်သွားတာမျိုး၊ အလုပ်လုပ်နေတဲ့ အနေအထားကနေ ပြောင်းသွားတာမျိုး မဖြစ်အောင် ကာကွယ်နိုင်အောင်လို့ပါ။

၆၁။ Quick Closing Valves တွေကို ဘယ်နေရာတွေမှာတပ်တာလဲ၊ ဘာကြောင့်တပ်ရတာလဲ။

Quick Closing Valves တွေကို မိန်းအင်ဂျင်၊ ဂျင်နရေတာအင်ဂျင်၊ ဘွိုင်လာ တို့ရဲ့ Settling tank နဲ့ Service Tank တွေ၊ အချို့သော LO Tank တွေ၊ FO D.B Tank's transfer pump suction အစရှိတဲ့ နေရာတွေမှာတပ်ဆင်လေ့ရှိပါတယ်။ သူတို့ကို နေရာက ပိတ်လို့ရသလို Remote Control နဲ့အဝေးကနေ ပိတ်လို့ရအောင်လည်းစီစဉ်ထားပါတယ်။ သင်္ဘောစက်ခန်းအတွင်းမီးလောင်တဲ့ အခါမှာ အလျင်အမြန်ပိတ်နိုင်အောင်လို့ စီစဉ်ထားရှိရတာပါ။

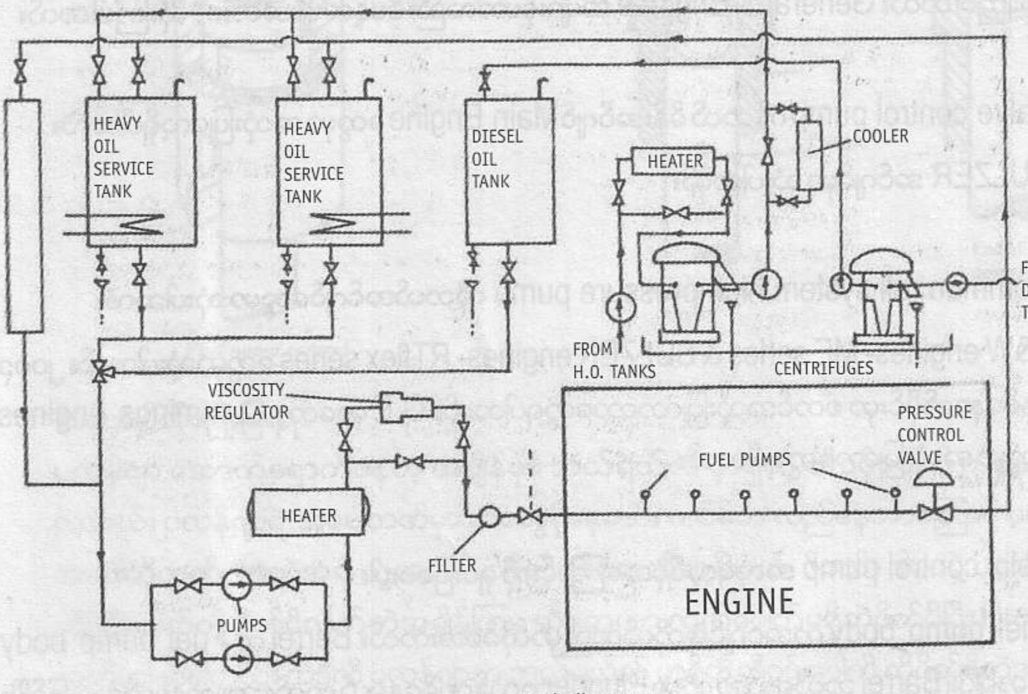
အဝေးကနေပိတ်တဲ့အခါ ကြိုးနဲ့ဆွဲပြီးပိတ်တာမျိုးရှိသလို၊ Pneumatic Pressure Control နဲ့ပိတ်တာမျိုးလည်း ရှိပါတယ်။ တစ်ပြိုင်နက် အားလုံးကို ပိတ်နိုင်ဖို့အတွက် ထိန်းချုပ်တဲ့နေရာတစ်ခုမှာ တစ်စုတစ်ဝေးတည်း ထားရှိပါတယ်။ E/R $CO_2$ fire fighting control box, Emergency stop switches တွေလည်း တည်ရှိတဲ့ Emergency Control Station မှာဖြစ်ပါတယ်။

၆၂။ F.O Settling Tank ဘာကြောင့်ထားရှိရတာလဲ။

F.O Settling Tank ထားရှိရတာက ဆီတွေကို အနည်ထိုင်ပြီး ခွဲထုတ်လို့ရအောင် ထားတာပါ။ သင်္ဘောကြီး အများစုမှာ F.O Settling Tank နှစ်လုံးပါရှိပါတယ်။ F.O D.B tank ကနေဆီတွေကို Transfer Pump နဲ့ F.O Settling Tankဆီကိုတင်ပေးရပါတယ်။ ပန့်ကိုဖြတ်ပြီးရောက်လာရတဲ့ ဆီတွေဟာ မွှေနှောက်ပြီး ရောက်လာရတာလေ၊ သူတို့ကို F.O Settling Tank ထဲမှာတစ်ရက်တန်သည် နှစ်ရက်တန်သည်ငြိမ်နေ အောင်ထားပြီး၊ Gravity Separation နဲ့လေးတဲ့ Sludge & Water က အောက်ဆင်းအနည်ထိုင်သွား တော့မှ တိုင်ကီအောက်ခြေကနေ သူတို့ဖောက်ချဖယ်ရှားလိုက်ဖို့ စီစဉ်ထားတာပါ။ ကြီးမားတဲ့ Sludgeတွေနဲ့ ရေအများစုကို ဖယ်ရှားပြီးဖြစ်တော့၊ Settling tank ကဆီကိုဆွဲယူပြီး သန့်စင်၊ သန့်စင်ပြီးတာနဲ့ F.O Service Tank ကို တင်ပေးနေရတဲ့ Purifier/ Separator ရဲ့အပေါ်မှာလည်း Overload ဖြစ်တာကို ကာကွယ်ပေးပါတယ်။ Purifier/Separator

ကို ဖြုတ်ပြီး သန့်စင်ရတဲ့ အကြိမ်လည်းလျော့သွားတာပေါ့။ သင်္ဘောတွေပေါ်မှာ ဒီရည်ရွယ်ချက်ကို နားမလည်လို့ Transfer ပန့်နဲ့ Settling Tank ကို ဆီပြောင်းနေတုန်းမှာပဲ အဲဒီကဆီကို Separator ကဆွဲယူပြီး Service Tank ကို တင်နေတတ်ကြပါတယ်။ အမှန်က Settling Tank No.1 ကို ဒီနေ့ဆီပြောင်းတင်ရင်၊ Separator က မနေ့က တင်ထားတဲ့ Settling Tank No.2 ကဆီကိုဆွဲပြီး Service Tank ကို ဆီတင်ရမှာပါ။

၆၃။ Main Engine Fuel Oil System ကို ပုံဆွဲပြီး ရှင်းပြပေးပါ။




Fuel oil system

၆၄။ Fuel Pump ရဲ့ဆောင်ရွက်ချက်တွေကိုပြောပြပါ။

Fuel Pump ရဲ့ဆောင်ရွက်ချက်တွေက (၁) Fuel Valve ပွင့်ဖို့အတွက် လိုအပ်တဲ့ Pressure ရအောင်မြှင့်တင်ပေးတယ် (၂) အင်ဂျင်ရဲ့Load ပေါ်မူတည်ပြီး လိုအပ်လာတဲ့ လောင်စာဆီပမာဏကို metering ထိန်းချုပ်ပေးဖို့ တယ်။

၆၅။ Main Engine မှာသုံးတဲ့ Fuel Pump Type ဘယ်နှစ်မျိုးရှိသလဲ။

(၁) Helix control pump
(၂) Valve control pump
(၃) Common rail system high pressure pump

၆၆။ Helix control pump ကို ဘယ်အင်ဂျင်တွေမှာ အသုံးပြုလေ့ရှိပါသလဲ။

MAN, B&W, Mitsubishi တို့မှာသုံးပါတယ်။ Main Engine အများစုဟာဒီပန့်အမျိုးအစားကို သုံးကြပါတယ်။ Generator Engines အများစုဟာလည်း ဒီပန့်အမျိုးအစားကို သုံးကြပါတယ်။

၆၇။ Valve control pump ကို ဘယ် မိန်းအင်ဂျင်Main Engine တွေမှာ အသုံးပြုလေ့ရှိပါသလဲ။

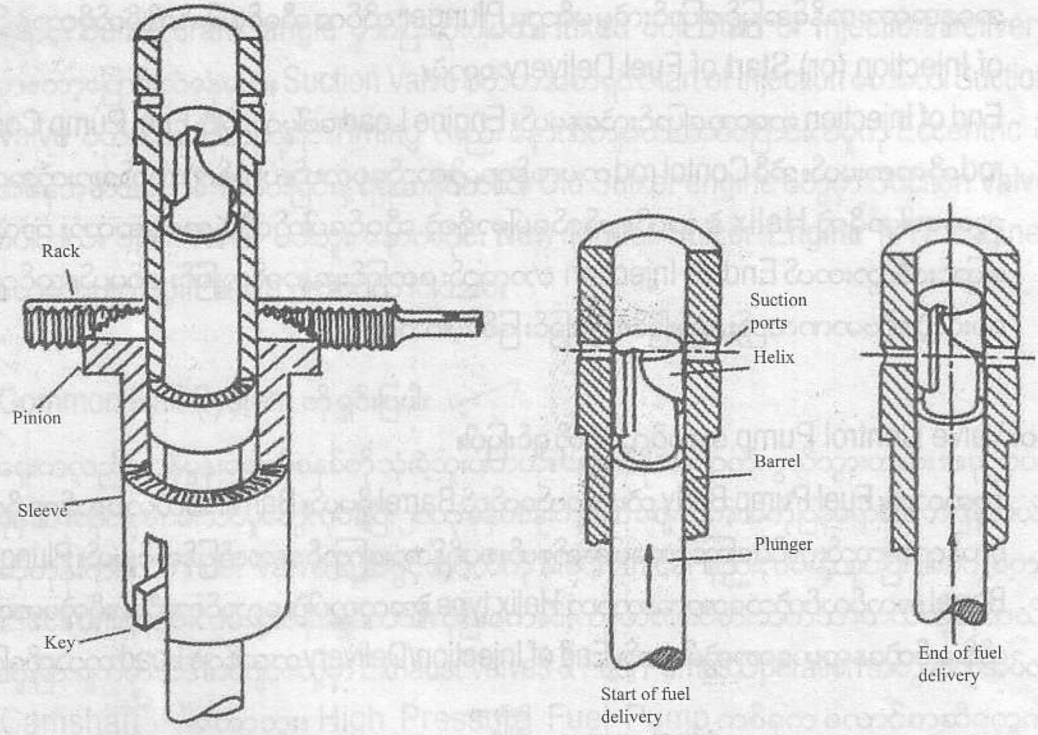
SULZER အင်ဂျင်မှာ သုံးပါတယ်။

၆၈။ Common rail system high pressure pump ကိုဘယ်အင်ဂျင်တွေမှာ သုံးပါသလဲ။

B&W engines- ME series & SULZER engines- RTflex series တွေမှာသုံးပါတယ်။ ၂၀၀၃ ခုနှစ်နောက်ပိုင်းမှာ စတင်အသုံးပြုလာတာတွေ့ရပါတယ်။ G.E မှာတော့ Cummings engines တွေမှာ အသုံးပြုတာတွေ့ရပါတယ်။

၆၉။ Helix control pump အလုပ်လုပ်ပုံအကြောင်းကို ရှင်းပြပေးပါ။

Fuel pump body ကအင်ဂျင်ရဲ့ကိုယ်ထည်မှာထိုင်ထားတယ်။ Barrel က Fuel pump body ထဲမှာရှိပြီး၊ Barrel ဘယ်ရယ်လ် ထဲမှာ Plunger ပလန်ဂျာရှိနေမယ် ထက်အောက်တက်ဆင်းဖြစ်ပြီး အလုပ်လုပ်မယ်။ အပေါ်တက် ဖို့အတွက် Cam ကင်မ်ကတွန်းတင်မယ်။ ပြန်ဆင်းဖို့အတွက် ပန့်ထဲမှာ တပ်ဆင်ထားတဲ့ စပရိန်ရဲ့အားနဲ့ ပြန်ဆင်းမယ်။ ငယ်ငယ်တုန်းက ကစားဖူးတဲ့ ရေပြွတ်လိုပဲပေါ့။ နောက်က လက်ကိုင်လေးကို ဆွဲထုတ်ပြီး ရေပုံးထဲက ရေကို စုပ်သွင်းယူမယ်။ ရေပြည့်တော့ လက်ကိုင်ကို ဖိတွန်းလိုက်ရင် ရေပြွတ်ထဲကရေအပြင်ကိုထွက်တယ်။ ဒီသဘောတရားပါပဲ။ ပလန်ဂျာ အောက်ကိုဆင်းတဲ့အခါ ဘယ်ရယ်လ် မှာရှိတဲ့ ဆီဝင်ပေါက်ကနေ ဆီတွေ ပလန်ဂျာအပေါ်ဘက်ကို ဝင်လာမယ်။ ပလန်ဂျာ အပေါ်ကိုတက်တဲ့အခါ သူ့အပေါ်မှာရှိနေတဲ့၊ အစောက ဝင်လာခဲ့တဲ့ဆီတွေကို ပရက်ရှာနဲ့ တွန်းထုတ်မယ်။




*Fuel pump control*

အသေးစိတ်ပြောပြရရင်

ပလန်ဂျာ အောက်ရောက်နေတဲ့ အချိန်မှာ ဘယ်ရယ်လ် မှာရှိတဲ့ ဆီဝင်ပေါက် ကနေ ဆီဝင်လာမယ်။ ပလန်ဂျာရဲ့ အပေါ်ဘက်မှာ ဆီတွေရှိနေမယ်။ ကင်မ်က လည်နေတာကြောင့် ပလန်ဂျာအပေါ်ကိုတက်လာတဲ့အခါ သူ့အပေါ် မှာရှိတဲ့ ဆီတွေကိုတွန်းမယ်၊ ဖိမယ်။ ဒါပေမဲ့ ပလန်ဂျာက ဆီဝင်ပေါက်ကို ပိတ်မိလိုက်တဲ့အချိန်ကြမှ ဆီတွေဟာ ထွက်ပေါက်မရှိဘဲပိတ်မိပြီး Pressure တက်မှာဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒီလို ပလန်ဂျာက ဘယ်ရယ်လ် မှာရှိတဲ့ဆီဝင် ပေါက် ကိုပိတ်မိတဲ့အချိန်ကို Start of Injection လို့ သတ်မှတ်ပါတယ်။ ပလန်ဂျာက ဆက်တက်တဲ့အခါ တစ်ချိန်မှာ ပလန်ဂျာမှာရှိတဲ့ Helix နဲ့ ဘယ်ရယ်လ်မှာရှိတဲ့ ဆီဝင်ပေါက်နဲ့ တည့်သွားပါတယ်။ ပလန်ဂျာ အပေါ်မှာ ထွက်ပေါက်ပိတ်နေတဲ့ဆီတွေဟာ Helix ကိုဖြတ်ပြီး ဆီဝင်ပေါက်ဆီကို ပြန်ဆင်းသွားကြတယ်။ Pressure လည်းချက်ချင်းကျသွားတယ်။ Fuel valve's spring pressure ကိုကျော်ပြီး ဖွင့်နိုင်တဲ့အား မရှိတော့ဘူး။ ဆလင်ဒါထဲကို ဖြူရယ်ဗားကတစ်ဆင့် ဆီပန်းသွင်းပေးနေတာရပ်သွားမယ်။ အဲဒီအချိန်ကို End of Injection (or) End of Fuel Delivery လို့သတ်မှတ်ပါတယ်။

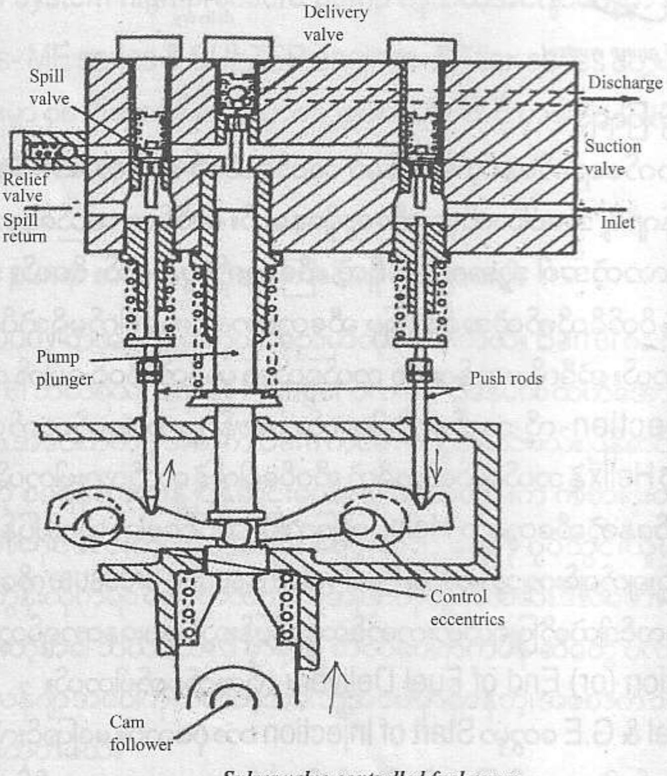
M.E old model & G.E တွေမှာ Start of Injection ဟာ ပုံသေပါ။ မပြောင်းလဲဘူး။ ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့ ဘယ်ရယ်လ်ကလည်း ဖြူရယ်ပန့်ရဲ့ကိုယ်ထည်မှာ နေရာအသေ ထိုင်ထားတတ်တယ်။ သူ့ရဲ့

အနေအထားအနိမ့်အမြင့် ပြောင်းလဲမှုမရှိဘူး။ Plunger ထိပ်က ဆီဝင်ပေါက်ကို ပိတ်မိတာနဲ့ Start of Injection (or) Start of Fuel Delivery စမှာပဲ။

End of Injection ကတော့ ပြောင်းလဲနေမယ်။ Engine Load ပေါ်မူတည်ပြီး Fuel Pump Control rod ကို ကစားမယ်။ အဲဒီ Contol rod က ပလန်ဂျာကို လည်စေတယ်။ ပလန်ဂျာ လည်သွားတဲ့အတွက် သူ့အပေါ်မှာရှိတဲ့ Helix နဲ့ ဘယ်ရယ်လ်ပေါ်မှာရှိတဲ့ ဆီဝင်ပေါက်တို့ရဲ့ အနေအထား ကလည်း ပြောင်းလဲသွားတယ် End of Injection ဟာလည်း စောခြင်း၊ နောက်ကျခြင်း ဖြစ်မယ်။ အင်ဂျင်ကို ပေးပို့တဲ့ ဆီပမာဏလည်း နည်းခြင်း၊ များခြင်း ဖြစ်ပေါ်လာမယ်။

၇၀။ Valve Control Pump အလုပ်လုပ်ပုံကို ရှင်းပြပါ။

သူ့မှာလည်း Fuel Pump Body ထဲမှာဘယ်ရယ်လ် Barrel ရှိမယ်။ Barrel အထဲမှာ ပလန်ဂျာ ရှိမယ်။ ပလန်ဂျာကလည်း ကင်မ်ကြောင့်အပေါ်တက်မယ်။ စပရိန်အားကြောင့် အောက်ပြန်ဆင်းမယ်။ Plunger & Barrel အလုပ်လုပ်တဲ့သဘောသဘာဝက Helix type နဲ့အတူတူပါပဲ။ လောင်စာဆီပေးပို့တဲ့ပမာဏကို ထိန်းချုပ်တဲ့နေရာမှာတော့ကွဲပါတယ်။ End of Injection/Delivery က အင်ဂျင် Load ဘယ်လိုပြောင်း

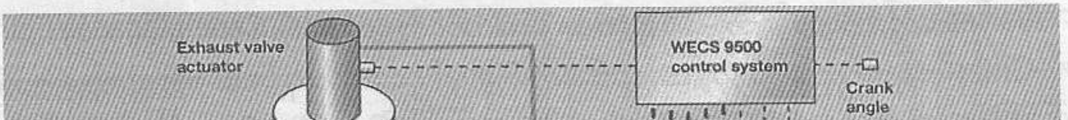



*Sulzer valve-controlled fuel pump*

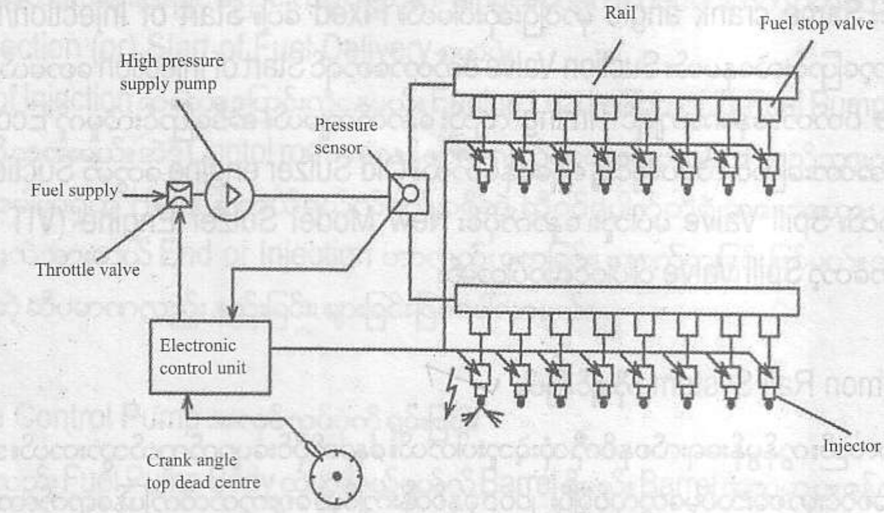
ပြောင်း Same crank angle မှာပဲပြီးဆုံးပါမယ်။ Fixed ပေါ့။ Start of Injection/Delivery ကတော့ပြောင်းလဲနေမယ်။ Suction Valve ပိတ်တာစောရင် Start of Injection စောမယ်၊ Suction Valve ပိတ်တာနောက်ကျရင် Timing လည်း နောက်ကျမယ်။ အဲဒီပြောင်းလဲမှုကို Eccentric ရဲ့ အနေအထားပြောင်းလဲပေးခြင်းနဲ့ ရရှိစေနိုင်တယ်။ Old Sulzer engine တွေမှာ Suction Valve ပဲပါတယ်။ Spill Valve မပါဘူး၊ နောက်ပိုင်း New Model Sulzer Engine (VIT engine) တွေမှာတော့ Spill Valve ပါ ပါဝင်လာပါတယ်။

၇၁။ Common Rail System ကို ရှင်းပြပါ။

ရှေးကလည်း ကွန်မွန်းရေးလ်စနစ်ကို သုံးခဲ့ဘူးပါတယ်။ နောက်ပိုင်းပျောက်ကွယ်သွားတယ်။ အခု ၂၀၀၀ ခုနှစ်အစပိုင်းမှာ စမ်းသပ်မှုတွေလုပ်ခဲ့ပြီး ၂၀၀၃ ခုနှစ်ဝန်းကျင်မှာ ဈေးကွက်ထဲကိုပြန်ရောက်လာပြန်တယ်။ ဟိုတုန်းကတော့ Fuel Valve ရဲ့အဖွင့်အပိတ်ကို Mechanical နည်းလမ်းနဲ့လုပ်ပြီး အခုကတော့ Electronic နည်းလမ်းနဲ့ထိန်းချုပ်တယ်။ ပိုပြီးကောင်းလာတယ် ဆီစားသက်သာတယ်လို့ဆိုတယ်။ ထူးခြားချက်က အဲဒီအင်ဂျင်တွေမှာ Exhaust Valves & Fuel Pumps Operation အတွက်လိုအပ်တဲ့ Camshaft မပါတော့ဘူး။ High Pressure Fuel Pump တစ်ခုက လောင်စာဆီတွေကို




Low Speed Engine, SULZER RTflex Common-rail system



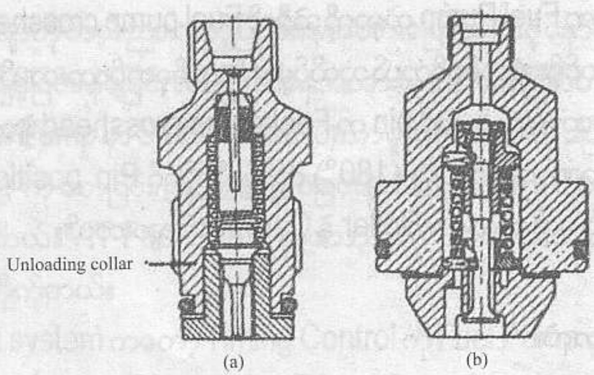

*Common rail injection system arranged for a V16-cylinder high speed engine*

## High Speed Engine, MTU Common-rail system

ဖိအားမြှင့်ပေး ပြီး ယူနစ်အားလုံးနဲ့ဆိုင်တဲ့ ဆီလိုင်း Common Rail ဆီကို ပို့ပေးထားတယ်။ အဲဒီဖိအားမြင့် ဆီတွေက ယူနစ်တိုင်းမှာရှိတဲ့ Fuel Valves တွေရဲ့ထိပ်မှာရောက်နေတယ်။ Fuel Valves တွေကပိတ်နေတော့ ဆီတွေက ဆလင်ဒါထဲဝင်လို့ မရဘူးပေါ့။ Computer ကနေ Firing Order အရ အလှည့်ကျနေတဲ့ ဆလင်ဒါဆီကို Signal ပို့ပေးတော့မှ Fuel Valve ကဖွင့်ပေးပြီး ဆီက သက်ဆိုင်ရာယူနစ်ရဲ့ Combustion Chamber ထဲကိုရောက်မယ်။ အခြေခံသဘောတရား က Starting Air System နဲ့တူပါတယ်။ အင်ဂျင် တည်ဆောက်သူတွေရဲ့ ဒီဇိုင်းပေါ်မူတည်ပြီး အနည်းအများ ကွဲပြားမှုတွေတော့ရှိပါတယ်။ Electronic Control Fuel Injection Timing ပါ။ သူ့ရဲ့ ပထမ အားသာချက်က ဆီစားပိုသက်သာတယ်။ နောက်တစ် ချက်က ယခုနောက်ပိုင်းတင်းကြပ်လာတဲ့ SOLAS Annex VI -Air pollution requirement တွေနဲ့ ကိုက်ညီအောင် အင်ဂျင်တွေကထွက်တဲ့ Exhaust အဆင့်ကို ဒီစနစ်က ပိုပြီးဖြည့်ဆည်းပေးနိုင်တယ်လို့ ဆိုပါတယ်။

၇၂။ Delivery Valve ဆိုတာဘာလဲ။

ME old model တွေနဲ့ GE အတော်များများမှာ တပ်ဆင်တဲ့ Helix control pump မှာပါဝင်တဲ့ အစိတ် အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ အထွက်မှာတပ်ဆင်ထားတာပါ။ Non return ဗားသဘောလည်းဆောင်ရွက်ပါတယ်။ သူပိတ်သွားတဲ့အခါမှာDischarge Pipe ဘက်မှာ ဖိအားလျော့သွားအောင်လည်း ဆောင်ရွက်ပါတယ်။ အဲဒါ ကြောင့် ဖြူရယ်ဗားမှာ ရှိတဲ့ Needle ကို




*Delivery valves (a) volume unloading (b) direct pressure unloading*

Positive seating သေချာအထိုင်ကျစေသလို ဖြုရယ်ပန့်ထဲမှာလည်း Cavitation ဖြစ်တာကို လျှော့နည်း စေပါတယ်။ ဗားရဲ့ seat နဲ့ wing ကြားထဲမှာ annular ring တစ်ခုရှိပါတယ်။ သူက Piston သဘောမျိုး အလုပ်လုပ်ပြီး ဗားပိတ်လိုက်ချိန်မှာ discharge line မှာရှိတဲ့ ထုထည်ကို sharp increase ဖြစ်စေပါတယ်။

၇၃။ Puncture Valve ဆိုတာဘာလဲ။

B&W engine new model တွေရဲ့ Fuel Pump မှာပါရှိတဲ့ ဗားတစ်ခုပါ။ သူက ပန့်ရဲ့အပေါ်အဖုံးမှာ တပ်ဆင်ထားပါတယ်။ သူ့မှာ ပစ်စတင်တစ်ခုပါပြီး အင်ဂျင်ရဲ့ကွန်ထရိုးလ်အဲယားနဲ့ ဆက်သွယ်မှုရှိပါတယ်။ အင်ဂျင်ရပ်တဲ့စနစ်က အလုပ်လုပ်ရင်ဖြစ်ဖြစ်၊ Fuel Oil Leakage System က Alarm လာရင်ဖြစ်ဖြစ်၊ အင်ဂျင်ကို ရပ်လိုက်တဲ့အခါမှာဖြစ်ဖြစ်၊ အဲဒီပစ်စတင်အပေါ်ကို ကွန်ထရိုးလ်အဲယား Control Air ရောက်လာပြီး ပစ်စတင်ကိုအောက်တွန်းလိုက်တယ်။ ဖြုရယ်လ် ဗားကို သွားနေတဲ့ ဆီလမ်းကြောင်းကို ဖောက်ချလိုက်တယ်။ ပန်ချာဗား Puncture Valve အလုပ်လုပ်နေသမျှ ဖြုရယ်လ်ပန့် Fuel Pump က ဖိအားမြှင့်တဲ့အလုပ် လုပ်လို့ မရဘူး ဆီက ဖြုရယ်ပန့် ကိုယ်ထည် Fuel Pump Housing ဆီကို ပြန်သွားနေလိမ့်မယ်။

၇၄။ အင်ဂျင်မရပ်ဘဲနဲ့ ဆလင်ဒါတစ်လုံးကို ဆီဖြတ်ဖို့ လိုအပ်လာတယ်ဆိုရင်ဘယ်လိုလုပ်မလဲ။

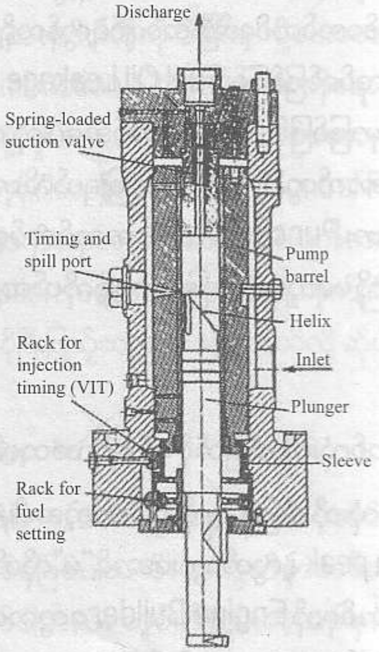
အင်ဂျင်မရပ်ဘဲ ဆလင်ဒါတစ်လုံးကို ဆီဖြတ်ဖို့လိုအပ်လာတဲ့အခါမှာ – ဆီဖြတ်တဲ့ နည်းက အဲဒီ ယူနစ်ရဲ့ Fuel pump roller ကို Cam peak နဲ့လွတ်သွားအောင် "မ" လိုက်ဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒီလိုလုပ်နိုင်အောင် လိုအပ်တဲ့ Special Lever တစ်ခုကို Engine Builder တွေကပေးထားပြီးသားပါ။ Main Engine ကြီးတွေ မှာ Fuel pump platform ဘေးမှာ ချိတ်ထားတာတွေ့ရလေ့ရှိပါတယ်။

တချို့အင်ဂျင်တွေကြတော့ Fuel Pump ထဲမှာကို အဲဒီလို Fuel pump crosshead ကိုမလို့ရအောင် စီစဉ်ထားပြီးသား။ Axle ဝင်ရိုးတံတစ်ခုရှိတယ် သူ့ထိပ်မှာ Pinတစ်ခုတပ်ထားတယ်။ အတည့်မဟုတ်ဘူး eccentric လုပ်ပြီးတပ်ထားတယ်။ အဲဒီ pin က Fuel pump crosshead နဲ့ဆက်သွယ်မှုရှိတယ်။ အဲဒီ ဝင်ရိုးကို အပြင်မှာလက်ကိုင်တပ်ပြီး (180°) လှည့်လိုက်ရင် Pin position မြင့်သွားပြီးFuel pump crosshead ကို မလိုက်တယ်။ Roller နဲ့ Cam လွတ်သွားတယ်။

၇၅။ VIT engine ဆိုတာဘာလဲ။

Variable Injection Timing လို့ပြောချင်တာပါ။ အဲဒီအင်ဂျင်အမျိုးအစားတွေမှာတပ်ဆင် အသုံးပြုထားတဲ့ Fuel Pump တွေက Load ပေါ်မူတည်ပြီး Start of Injection ရော End of Injection ပါ ပြောင်းလဲနေမယ်။

Helix Control Pump မှာ မူလကတည်းက End of Injection ကပြောင်းလဲနိုင်ပြီးသား။ Start of Injection သာပုံသေ Fixed ဖြစ်နေတာ။ Start of Injection ပြောင်းလဲနိုင်အောင် ဘယ်ရယ်လ်ကို အနိမ့်အမြင့် လုပ်ပေးလိုက်တာပါ။ ဘယ်ရယ်လ်ကို မြှင့်လိုက်ရင် သူ့မှာရှိတဲ့ဆီဝင်ပေါက်က မူလ အနေအထားထက် ပိုမြင့်သွားမယ်။ ပလန်ဂျာကသူ့ကိုပိတ်မိဖို့နောက်ကျသွားမယ်၊ ဒီတော့Start of Injectionကလည်းနောက် ကျသွားမှာပေါ့။ VIT Fuel Pumpမှာ Control rod နှစ်ချောင်းရှိမယ်။




*MAN-B & W fuel pump with variable ignition timing*

တစ်ခုကပလန်ဂျာကို ဘယ်ညာ လှည့်ပြီးအနေအထားပြောင်းပေးဖို့ နောက်တစ်ခုက ဘယ်ရယ်လ်ကို အပေါ်အောက်မြှင့်ခြင်း၊ နိမ့်ခြင်း လုပ်ပြီး အနေအထားပြောင်းပေးဖို့ဖြစ်တယ်။

Valve Control Pump မှာ Start of Injection က မူလကတည်းက ပြောင်းလဲနိုင်ပြီးသား၊ Suction valve closing ကို စောခြင်း၊ နောက်ကျစေခြင်းနဲ့ထိန်းချုပ်ခဲ့တာ။ End of Injection သာပုံသေ Fixed ဖြစ်နေတယ်။ VIT Fuel Pump မှာတော့ End of Injection ပါပြောင်းလဲနိုင်အောင် Spill Valve ထည့် လိုက်တယ်။

Common rail system ကတော့ Timing Control ကို Fuel Pump မှာလုပ်တာမဟုတ်ဘူး။ Fuel Valve ရဲ့အဖွင့်အပိတ် စောခြင်း၊ နောက်ကျခြင်းနဲ့လုပ်တာ။ Computerized Electronic Control ဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒီတော့ Start of Injection ရော End of Injection ကိုပါ လိုသလိုပြောင်းလို့ရတဲ့ VIT system ဖြစ်ပါတယ်။

၇၆။ VIT engines တွေရဲ့အားသာချက်ကဘာလဲ။

- Improve Thermal Efficiency
- Lowers Fuel Consumption

၇၇။ B&W K98 MC engines Fuel Valve Testing အကြောင်းရှင်းပြပါ။

Main Engine မိန်းအင်ဂျင်တွေရဲ့ဖြူရယ်ဗားစမ်းပုံ Fuel Valve Testing ကိုမေးရင် ပုံသေနည်းလိုပဲ ဂျင်နရေတာအင်ဂျင်တွေက ဖြူရယ်ဗားစမ်းပုံကို ဖြေကြ ပြောကြတာတွေ ကြားနေရလို့ နည်းပညာတွေ၊ စက်ဒီဇိုင်းတွေက ခေတ်အလိုက်ပြောင်းလဲနေတာ၊ မတူတာလေးတွေ ရှိနေတာကိုသိအောင် ထုတ်နုတ်ပြီး တင်ပြ လိုက်ပါတယ်။

Engine Maker's Instruction Manual များကိုဖတ်ကြဖို့လည်း ထပ်တလဲလဲ တိုက်တွန်းပါရစေ။

**Fuel Valve Checking**

1. **Pressure testing pump**

   If an air supply of 10 bar is not available, working air of seven bar can be used. Use only hydraulic oil with a viscosity of between 7 and 10cSt at 50°C. For operation of the pressure testing pump, see the supplier's instructions. Note that the high-pressure pump should be periodically checked in accordance with the supplier's instructions.

2. **Spring housing**

To ensure that overtightening has not taken place, check the locking /indicating pin has not bent or broken off.

3. **Setting-up the fuel valve**

Place the fuel valve in the test rig and secure it with the spring housing and nuts. Tighten the nuts until the top face of the pressure disc is flush with the top face of the spring housing. Mount the oil pipe between the pressure testing pump and the fuel valve.

4. **Pressure testing procedure**

The subsequent items must be followed in the sequence stted. Items 5,7,8 and 9 are each divided into the following four sub- items.

A. Objective B. Procedure C. Acceptance criteria D. Cause of fault.

5. **Flushing and jet control**
   - A. Objective – To remove air in the system and check the fuel jet.
   - B. Procedure – The control handle must be in the OPEN position. Slowly increase the working pressure until straight jets of oil are ejected from the nozzle holes (no atomization).
   - C. Acceptance criteria – There is to be a continuous jet of oil through all of the nozzles.
   - D. Cause of fault – Dirt in the nozzles holes. The nozzle is not mounted correctly.

6. **Atomization test**

Testing of the atomization of the fuel valve is not considered necessary, as the capacity of the fuel pump on the engine is substantially larger than the capacity of the pressure testing pump.

7. **Opening pressure**
   - A. Objective – To check the opening pressure
   - B. Procedure – The control handle is to be in the OPEN position. Increase the oil pressure until a continuous oil flow can be observed through the nozzle holes.
   - C. Acceptance criteria – Check the opening pressure on the pressure gauge.
   - D. Cause of fault – If the opening pressure is higher than specified, the cause may be that wrong type of spring is used- replace the spring on the thrust spindle, if necessary, replace the complete thrust spindle. If

the opening pressure is lower than specified, the cause may be that the spring has sagged – replace the spring, or add a special thin disc.

Note : If a spring or a disc has been changed, the pressure testing procedure of the fuel valve must be repeated from step 4.

**8. Sealing test and sliding functions**

A. Objective – To check the needle valve seat for tightness and the slide for correct closing.

B. Procedure – The control handle must be in the OPEN position. Slowly increase the oil pressure to about 50bar below the opening pressure. Maintain the built up pressure by moving the control handle into the CLOSED position. Repeat the procedure two or three times.

C. Acceptance criteria – Oil must not flow from the nozzle holes. The pressure drops relatively slowly to about 15bar, after which it drops quickly to 0 (the slide is pressed against the conical seat and opens for circulation oil).

Note: Oil flows out of the leak oil outlet when the fuel valve is full of oil.

D. Cause of fault

D1 Sealing Test

If oil flow out of the nozzle holes, the cause is either,

- Defective spindle guide at needle seat, or a sticking spindle. Examine and /or replace the spindle guide.
- Too quick pressure drop : the clearances of the movable parts, both of the spindle guide and of the non-return valve, are too large, or the seat between the thrust piece/spindle in the spindle guide or thrust piece/valve slide in the non-return valve are damaged. Examine and/ or replace both the spindle guide and non-return valve.

D2 Sliding function

The pressure drops relatively slowly to about 15bar, after which it drops quickly to 0 (the slide is pressed against the conical seat and opens for circulation oil). If a quick pressure drop from 15 to 0 bar cannot be registered:

- The valve slide is sticking; or

- The vent hole in the thrust piece is blocked.

If so, disassemble and examine the spindle guide, replace if necessary.

**9. Pressure test, O-ring sealings**

A. Objective – To ensure that the leak oil (circulating oil) remains in the closed system.

B. Procedure – The control handle is to be in the OPEN position.

C. Acceptance criteria – Close the leak oil outlet with a gasket and plug screw. Increase the working pressure to about 100 bar. Move the control handle to the CLOSED position. The built up pressure of about 100 bar should be maintained.

D. Cause of fault – If oil leaks out at the union nut, the O-ring inside the fuel valve head is defective, and must be replaced.

၇၈။ Main Engine မောင်းနေတုန်း Unit တစ်လုံး Fuel system ကောင်းကောင်းအလုပ်မလုပ်တာကို ဘယ်လိုသိနိုင်သလဲ။

တခြားယူနစ်တွေ နဲ့ နှိုင်းယှဉ်ရင် အဲဒီယူနစ်ရဲ့အိတ်ဇောအပူချိန် သိသာစွာ ကွာခြားနေပါလိမ့်မယ်။ ခေတ်မီသင်္ဘောတွေမှာတော့ ယူနစ်အသီးသီးရဲ့အိတ်ဇောအပူချိန်ကိုနှိုင်းယှဉ်နေပြီးအပူချိန်ကွာခြားချက်များလာရင် သတိပေးတဲ့ စနစ်တပ်ဆင်ထားပါတယ်။ နောက်တစ်ချက်က အဲဒီယူနစ်ရဲ့High Pressure Pipe ကိုလက်နဲ့စမ်းကြည့်ရင် Pressure တိုးတဲ့ နှုန်းက တခြားယူနစ်တွေထက် အားပျော့နေတတ်ပါတယ်။ လူတွေရဲ့ သွေးခုန်နှုန်း ကို လက်ကောက်ဝတ်မှာ စမ်းကြည့်သလိုမျိုးပါ။ ဖြစ်ချက်က Fuel Valve(or) Fuel Pump (or) Fuel Pump Control rod တစ်ခုခုကြောင့်ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။ Control rod ကိုလည်း ကစားကြည့်ပါ။ Draw Card ယူကြည့်ရင် ဖြစ်ချက်ရှာတာကို အထောက်အကူပြုပါလိမ့်မယ်။

၇၉။ Fuel Oil ရဲ့Engine Inlet မှာရှိတဲ့ Viscosity က ဘယ်လောက်လဲ။

10-15 cSt ဖြစ်ပါတယ်။

၈၀။ B&W MC engine - Fuel Oil ရဲ့Engine Inlet မှာရှိတဲ့ Pressure က ဘယ်လောက်လဲ။

7-8 bar ဖြစ်ပါတယ်။

၁၁။ HFO centrifuge pre heater တွေမှာဆီရဲ့အပူချိန်ကို ဘယ်လောက်မှာ ထားသင့်သလဲ။

အမြင့်ဆုံး ထိန်းထားသင့်တဲ့ Pre heating temperature 95-98 °C ဖြစ်ပါတယ်။

၁၂။ Modern Engines တွေရဲ့ Oil Heaters တွေမှာအမြင့်ဆုံးအပူချိန် ကန့်သတ်ချက်က ဘယ်လောက်လဲ၊ ဘာဖြစ်နိုင်လို့လဲ။

150°C ဖြစ်ပါတယ်။ Heater တွေမှာ Fouling မြန်မြန်ဖြစ်နိုင်တဲ့အတွက်ပါ။

၁၃။ Good Combustion ဖြစ်ဖို့အတွက် လိုတဲ့အချက်တွေက ဘာတွေလဲ။

(a) Viscosity
(b) Atomization
(c) Penetration
(d) Turbulence

၁၄။ Viscosity ကို ရှင်းပြပါ။

Fuel oil viscosity ကို combustion အတွက်စဉ်းစားရင် အရေးကြီးပါတယ်။ Atomization ကောင်းဖို့အတွက် Fuel Valve မှာရှိနေတဲ့ဆီရဲ့ Viscosity ဟာလုံလောက်တဲ့ အနေအထား ထိအောင် နည်းနေ ဖို့ လိုပါတယ်။

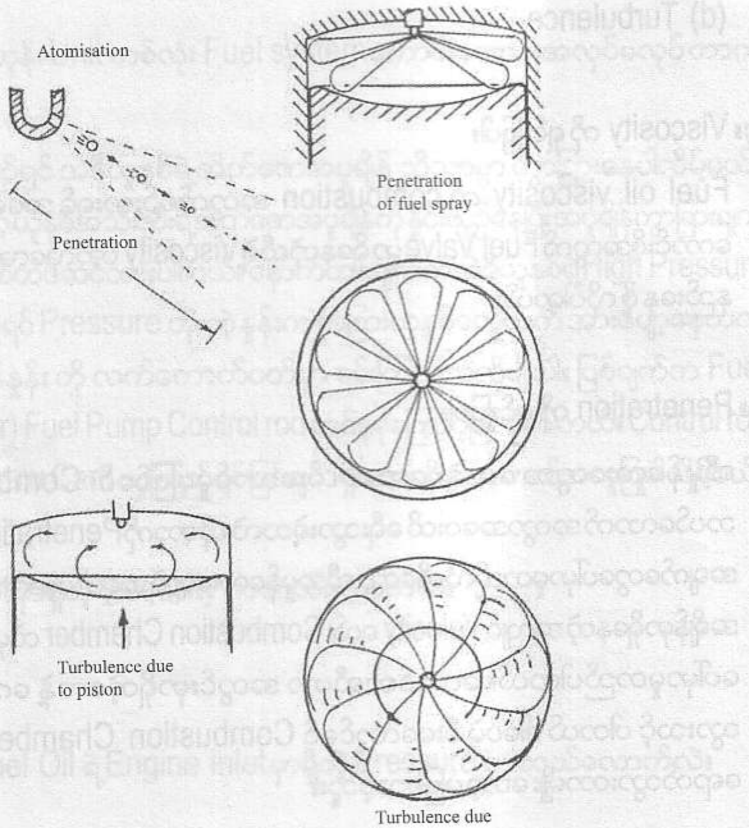
၁၅။ Penetration ကို ရှင်းပြပါ။

ဆီမှုန်လေးတွေက လေနဲ့မရောခင်၊ မီးလောင်မှုမဖြစ်ခင်၊ Combustion Chamber ထဲမှာ ဘယ်လောက် အကွာအဝေးထိ ခရီးသွားခဲ့သလဲ ဆိုတာကို Penetration လို့ ခေါ်ပါတယ်။ သူကဘယ် အချက်တွေပေါ်မှာမူတည်လဲဆိုတော့ ဆီအမှုန်လေးတွေရဲ့အရွယ်ပမာဏရယ်၊ Injector ကထွက်လာတဲ့ အချိန်မှာရှိနေတဲ့ အလျင် Velocity ရယ်၊ Combustion Chamber ထဲမှာရှိနေတဲ့ အခြေအနေတွေရယ် ပေါ်မှာမူတည်ပါတယ်။ လောင်စာဆီဟာ အတွင်းမှာရှိတဲ့လေနဲ့ ကောင်းကောင်းရောဖို့ ဝေးဝေး သွားသင့် ပါတယ် ဒါပေမဲ့ မီးမလောင်ခင် Combustion Chamber အတွင်းမျက်နှာပြင်တွေကို ရောက်သွားတာမျိုး တော့ မဖြစ်သင့်ဘူး။

၁၆။ Atomization ကို ရှင်းပြပါ။

လောင်စာဆီကို သေးငယ်တဲ့ ဆီမှုန်လေးတွေဖြစ်အောင် ကွဲသွားအောင် လုပ်တာကို Atomization လို့ခေါ်ပါ တယ်။ Nozzle ထိပ်မှာရှိတဲ့ အပေါက်သေးသေးလေးတွေကြားထဲက ထွက်သွားအောင် လောင်စာဆီကို ဖိအားများများနဲ့ တွန်းထုတ်လိုက်တဲ့အတွက်ဆီမှုန်လေးတွေဖြစ်သွား ရတာပါ။ ဆီမှုန်လေးတွေရဲ့အရွယ်ပမာဏ ဟာ မီးလောင်ပေါက်ကွဲခန်း Combustion Chamber မှာရှိတဲ့ဖိအားနဲ့ Fuel Pump ရဲ့ဖိအားတို့ ခြားနားမှု ဘယ်လောက်ရှိသလဲ ဆိုတဲ့အချက်နဲ့၊ Nozzle ထိပ်မှာရှိတဲ့ အပေါက်ရဲ့အရွယ်အစားပေါ်မှာမူတည်ပါတယ်။

ဆီမှုန်လေးတွေရဲ့အရွယ်အစားသေးတော့ လွယ်လွယ်နဲ့ အပူပေးလို့ရတယ်၊ အငွေ့ပျံတာမြန်တယ်၊ ပတ်ဝန်းကျင် မှာရှိတဲ့ လေနဲ့ရောတာလည်းမြန်တယ်။ မီးလောင်ဖို့ကြန့်ကြာတဲ့အချိန် Ignition delay နည်းသွားတယ်။ မြန်မြန် မီးလောင်မယ်။




*Combustion*

၈၇။ Turbulence ကို ရှင်းပြပါ။

Combustion Chamber ထဲမှာ မီးလောင် ပေါက်ကွဲမှု မဖြစ်ခင် လောင်စာဆီနဲ့ ဖိအားမြင့်လေတို့ ရဲ့ရွေ့လျား လှုပ်ရှားမှုကို ခေါ်ပါတယ်။ လေက Scavenge Port ကနေ ဝင်လာတဲ့အခါမှာ လည်လှည့်ပြီးဝင်လာခြင်း Swirling, ပစ်စတင်ထိပ်ပိုင်းရဲ့ပုံသဏ္ဍာန်နဲ့ ရွေ့လျားမှု Piston crown shape and movement Fuel spray pattern, တို့က Turbulence အပေါ်မှာသက်ရောက်မှုရှိပါတယ်။ ထိရောက်ပြီး လျင်မြန်တဲ့ မီးလောင်ပေါက်ကွဲမှုဖြစ်ဖို့အတွက် လေနဲ့ဆီ ကောင်းကောင်းရောဖို့ လိုပါတယ်။ Turbulence က အဲဒီလို ဖြစ်စေပါတယ်။

၈၈။ High Pressure Fuel Pipe နဲ့ပတ်သက်တဲ့ SOLAS requirement ကိုဖော်ပြပါ။

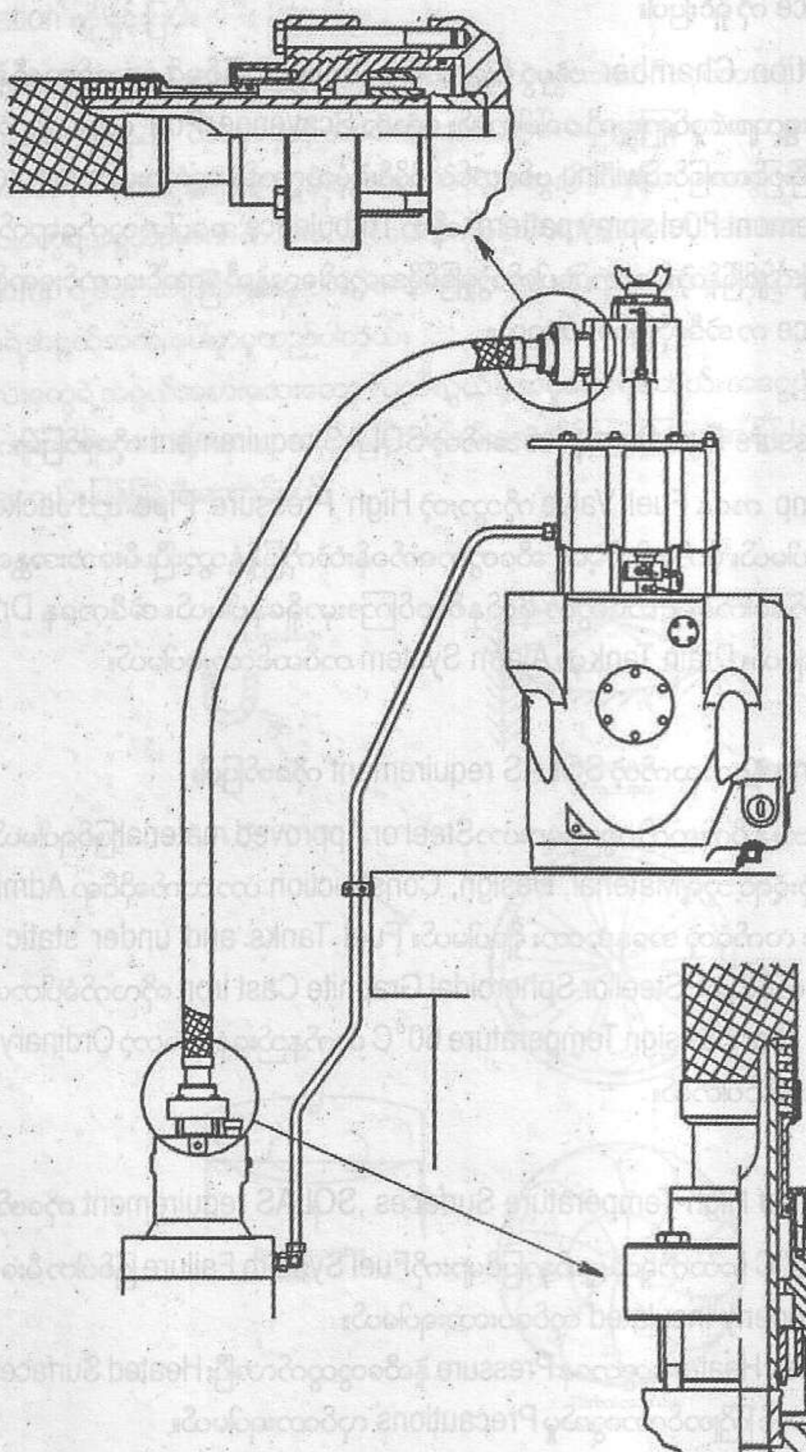
Fuel Pump ကနေ Fuel Valve ကိုသွားတဲ့ High Pressure Pipe ဟာ Jacketed Pipe Line ဖြစ်ရပါမယ်။ ပိုက်ပေါက်ခဲ့ရင် ဆီတွေကစက်ခန်းထဲကိုပြန့်နှံ့သွားပြီး မီးဘေးအန္တရာယ်ရှိလို့ပါ။ အတွင်းပိုက်ပေါက်ခဲ့ရင်ဆီတွေက ပိုက်နှစ်ထပ်ကြားမှာရှိနေပါမယ်။ အဲဒီကနေ Drain Tank ဆီကိုသွားရမယ်။ Drain Tank မှာ Alarm System တပ်ဆင်ထားရပါမယ်။

၈၉။ Fuel Piping နဲ့ပတ်သက်တဲ့ SOLAS requirement ကိုဖော်ပြပါ။

ဆီပိုက်၊ ဆီဗား နဲ့ ပိုက်ဆက် ပစ္စည်းများဟာ Steel or Approved material ဖြစ်ရပါမယ်။ Flexible Pipe ကိုသုံးခဲ့ရင် သူ့ရဲ့ Material, Design, Construction ဟာ သက်ဆိုင်ရာ Administration က စစ်ဆေး လက်ခံတဲ့ အနေအထား ရှိရပါမယ်။ Fuel Tanks and under static pressure condition မှာရှိနေရင် Steel or Spheroidal Graphite Cast Iron ကိုလက်ခံပါတယ်။ Design Pressure 7bar နဲ့ Design Temperature 60°C ထက်နည်းနေရင်တော့ Ordinary Cast Iron Valve ကိုသုံးနိုင်ပါတယ်။

၉၀။ Protection of High-Temperature Surfaces ,SOLAS requirement ကိုဖော်ပြပါ။

အပူချိန် 220°C အထက်ရှိတဲ့ မျက်နှာပြင်များကို Fuel System Failure ဖြစ်ပါက မီးလောင်နိုင်တဲ့အတွက် Properly Insulated လုပ်ပေးထားရပါမယ်။
Pump, Filter, Heater တွေကနေ Pressure နဲ့ဆီတွေထွက်လာပြီး Heated Surfaces တွေဆီကို မရောက်အောင် ကြိုတင်ကာကွယ်မှု Precautions လုပ်ထားရပါမယ်။



# 6. INDICATOR CARDS

၉၁။ Indicator Cards ဘာကြောင့်ယူရတာလဲ။

- အင်ဂျင်ရဲ့Indicated Horse Power (IHP) ကိုသိချင်လို့၊
- Combustion နဲ့ Compression မှာဖြစ်ပေါ်နေတဲ့ ဖိအားPressureအခြေအနေတွေကို သိချင်လို့၊
- မီးလောင်ကျွမ်းမှုဖြစ်စဉ် Combustion process ရဲ့အခြေအနေကို အကဲဖြတ်ချင်လို့၊
- အိတ်ဇောထုတ်ပစ်မှု Exhausting နဲ့လေအသစ်ဝင်လာပြီး မီးလောင်ကျွမ်းပြီးတဲ့လေအဟောင်း (အိတ်ဇော)ကိုဖယ်ထုတ်တဲ့ Scavenging အခြေအနေကို အကဲဖြတ်ချင်လို့......ယူပါတယ်။

၉၂။ Indicator Cards မယူခင်ဘာလုပ်ထားသင့်လဲ။

Indicator Cards မယူခင် အနီးဆုံး ဆိပ်ကမ်းမှာကတည်းက ကြိုတင်ပြင်ဆင်မှုတွေ လုပ်သင့်ပါတယ်။ Indicator Instrument စစ်ဆေးမယ်။ လိုအပ်သလိုပြုပြင်မှုလုပ်မယ်။ Indicator Cocks အားလုံးကို စစ်ဆေးမယ် လိုအပ်တဲ့ပြုပြင်မှုတွေလုပ်ရပါမယ်။ မဟုတ်ရင် ပင်လယ်ထဲမှာ မိန်းအင်ဂျင်မောင်းနေတုန်း Indicator Cards လည်းယူရော ယူနစ်တချို့က Indicator Cock မပွင့်တာမျိုးကြုံရတတ်ပါတယ်။ နောက်တစ်ချက်က Indicator drive/cam ဟာ correctly adjusted ဖြစ်မဖြစ်စစ်ဆေးဖို့ပါ။ ပုံ(၁) မှာCompression & Expansion Line တို့ဟာ ထပ်တူကျတယ်၊ သူတို့ကြားမှာ ဧရိယာတစ်ခု ဖြစ်ပေါ်မလာဘူး။ အဲဒါဆိုရင် indicator drive/cam ကို ချိန်ဆထားမှုမှန်ကန်ပါတယ်။

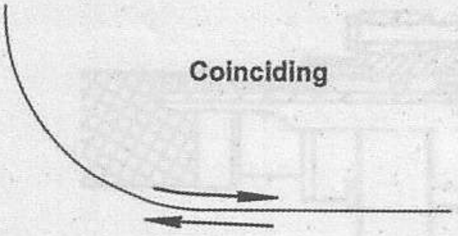



Fig. 1

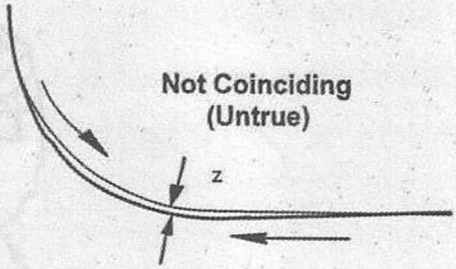



Fig. 2

ပုံ(၂) ဟာ ချိန်ထားမှုမမှန်ဘူးဆိုတာကိုပြနေတယ်။ Expansion Line က Compression Line ရဲ့ အပေါ်ရှိနေရင် (Z +) ဖြစ်ပြီး Indicator drive ကိုပြန်ချိန်ပါ(သို့) Cam ကို နောက်ဘက်သို့ ရွှေ့ပေးပါ။ Expansion Line က Compression Line ရဲ့အောက်မှာရှိနေရင် (Z -) ဖြစ်ပြီး Indicator drive ကိုပြန်ချိန်ပါ(သို့) Cam ကို ရှေ့ဘက်သို့ ရွှေ့ပေးပါ။

၉၃။ Indicator Cards ကဘာကိုဖော်ပြနေတာလဲ။

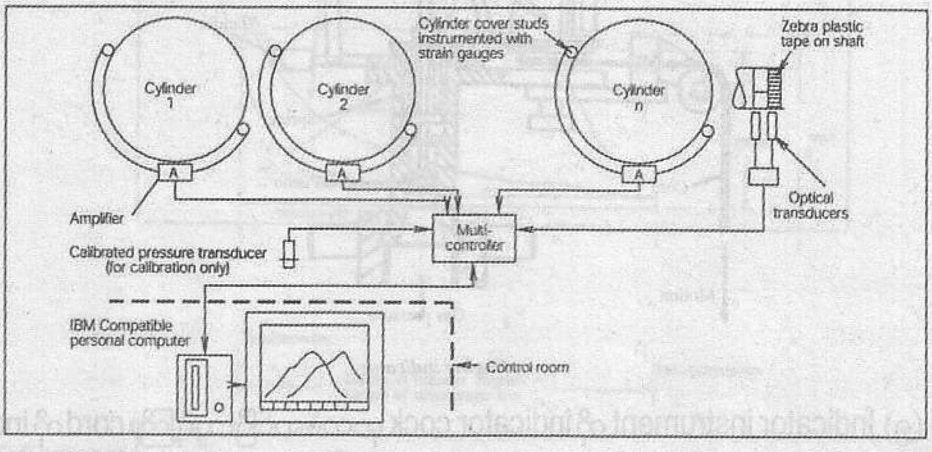
Indicator Cards တွေက ဆလင်ဒါထဲမှာဖြစ်ပေါ်နေတဲ့ Pressure ရယ် အဲဒီအချိန်မှာ ဆလင်ဒါအတွင်း ပစ်စတင်က ဘယ်နေရာကို ရောက်နေတယ် ဆိုတာရယ် ကိုတစ်ပြိုင်နက် ဖော်ပြနေခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

၉၄။ Indicator Cards ဘယ်အချိန်မှာယူရမှာလဲ။

- Indicator Cards ယူတဲ့အချိန်ဟာ ငြိမ်သက်နေတဲ့ပင်လယ်ပြင် ဖြစ်သင့်ပါတယ်။
- သင်္ဘောကလည်း ကုန်ချိန် Full load တင်ထားပြီး စက်ကလည်း MCR (Maximum Continuous Rating ) အတိုင်းမောင်းနေတဲ့အချိန်ဖြစ်သင့်ပါတယ်။
- အင်ဂျင်ရဲ့အခြေအနေကို အကဲဖြတ်ရာမှာ၊ မူလ (သို့) အရင် အနေအထားနဲ့ နှိုင်းယှဉ်တာ ဖြစ်လို့ တူညီတဲ့ အခြေအနေမှာရယူထားတဲ့အချက်အလက်တွေခြင်းနှိုင်းယှဉ်မှသာ အခြေအနေမှန်ကို အကဲဖြတ် နိုင်မှာပါ။ ပထမတစ်ကြိမ် Indicator Cards ယူတုန်းက Full Load နဲ့ယူထားတယ်။ နောက် တစ်ကြိမ်မှာ သင်္ဘောက Ballast Condition မှာ Indicator Cards ယူတယ် အဲဒီ Indicator Cards တွေကို နှိုင်းယှဉ်ပြီး Engine Performance ကို Evaluate လုပ်တာ မှန်ကန်မှုမရှိပါ။

၉၅။ Indicator Diagrams ယူပုံကို ရှင်းပြပါ။

- ခေတ်မီ သင်္ဘောတချို့မှာ ECR (Engine Control Room) ထဲမှာ Indicator Diagramယူဖို့ ကြည့်ဖို့ ကိရိယာတွေ၊ မော်နီတာတွေ တပ်ဆင်ထားပြီးသားပါ။




*Cylinder pressure measuring system*

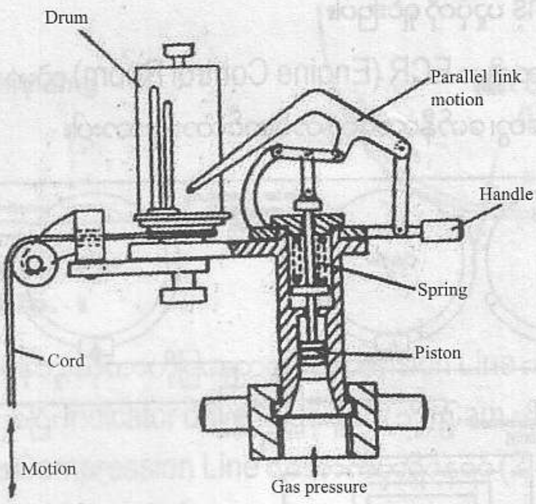
- တချို့ကျတော့လည်း Indicator Diagram ယူဖို့ Electronic Portable Equipment ရှိတယ်။ အဲဒီထဲမှာ သက်ဆိုင်ရာသင်္ဘောမှာရှိတဲ့ MEနဲ့ GE တွေရဲ့data တွေကို ထည့်ထားပြီးသား၊ ပြီးတော့ သက်ဆိုင်ရာ အင်ဂျင်တွေရဲ့ဘေးမှာ အဲဒီကိရိယာနဲ့ ဆက်ဖို့ Electronic data connection box ရှိတယ်။ Indicator Diagramယူလိုတဲ့အခါEquipmentနဲ့ Connection Box ဆက်ပြီး၊ ယူရုံ ပါပဲ။ ပြီးရင် အဲဒီ Equipment နဲ့ ECR computer ကိုချိတ်ဆက်ပြီး၊ သက်ဆိုင်ရာ အချက်အလက်တွေနဲ့ ပုံတွေကို Print လုပ်လိုက်ရုံပါပဲ။ Soft copy လည်းရနိုင် ပါတယ်။
- အရင်ကနေ အခုထိသုံးနေဆဲ Indicator Instrument နဲ့ယူတာကို ဆက်ရှင်းပြပါမယ်။

(၁) Indicator diagram မယူခင်မှာ Indicator cock ကို နှစ်ကြိမ် သုံးကြိမ်လောက် ဖွင့်ပြီး cocks နဲ့လိုင်းထဲမှာရှိတဲ့ soots, carbon residues ရှင်းသွား ထွက်သွားအောင်လုပ်ပါ။

(၂) Indicator မှာတပ်ဆင်ထားတဲ့ စပရိန်က ကိုယ်ယူမယ့် အင်ဂျင်ရဲ့ Peak Pressure နဲ့ ကိုက်ညီရဲ့လား စစ်ဆေးပါ။

(၃) Diagram Paper ကို Instrument ရဲ့ drum ပေါ်မှာ တင်းတင်းလေးဆန့်နေအောင် ဆွဲကပ်ထား ပါ။

(၄) အပ်သွားလေးကို ဖိပြီး drum ကိုလှည့်လိုက်ပါ။ လိုင်းကြောင်းလေး တစ်ခု စက္ကူပေါ်မှာ ဆွဲပြီးသားရပါ လိမ့်မယ်၊ အဲဒါ Atmosphere Line ဖြစ်ပါတယ်။




*Engine indicator*

(၅) Indicator instrument ကို indicator cock မှာတပ်ဆင်ပြီး သူ့ရဲ့ကြိုး cord ကို indicator drive မှာချိတ်လိုက်ပါ။

(၆) Indicator cockကိုဖွင့်ပြီး အပ်ကို စက္ကူပေါ်မှာအသင့်အတင့် ဖိလိုက်ပါ။ Power diagram ရလာ ပါလိမ့်မယ်။

(၇) အပ်ကို စက္ကူပေါ်ကခွာပြီး၊ Indicator cock ကိုပိတ်လိုက်ပါ။

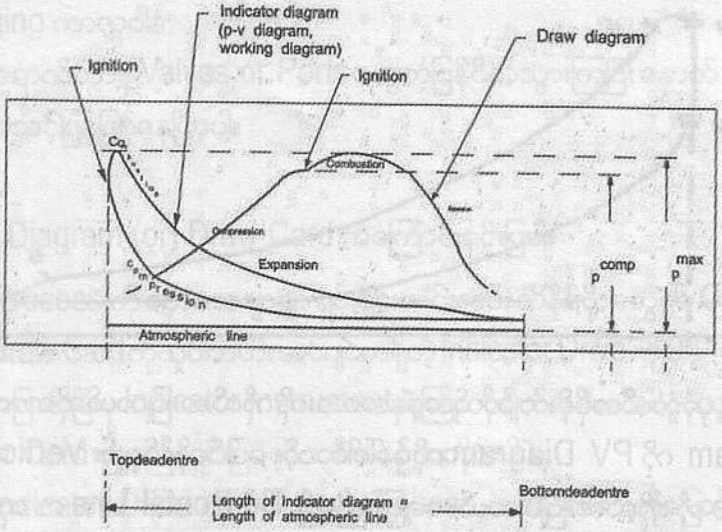
(၈) ကြိုးကို Indicator drive ကနေဖြုတ်လိုက်ပါ။ လက်နဲ့ဆွဲလိုက်ပါ Drum & Paper လည်လာ ပါလိမ့်မယ်။ Power diagram နဲ့လွတ်လွတ် ကင်းကင်းရှိတဲ့ နေရာမှာ Compression Pressure line ယူပါ။ အဲဒီအချိန်မှာ သက်ဆိုင်ရာယူနစ်ကို Fuel cutoff ဆီဖြတ်ထားရပါလိမ့်မယ်။

၄၆။ Indicator Cards or Diagrams ဘယ်နှစ်မျိုးရှိတာလဲ။

Indicator Cards (or) Diagrams ၅ - မျိုးရှိပါတယ်။

(1) Power Diagram
(2) Out of phase Diagram (or) Draw Card
(3) Compression Diagram
(4) Peak (or) Maximum pressure Diagram
(5) Light Spring Diagram

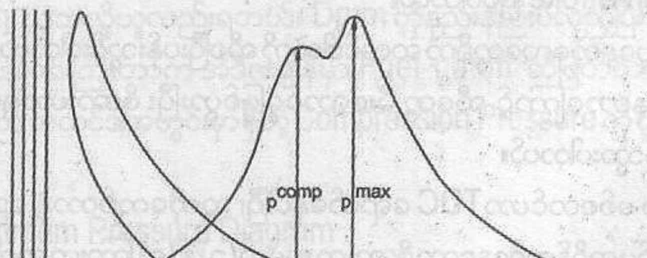
**K/L-MC Engines:**




**S-MC Engines:**

**For this type of engine it has been necessary to delay the point of ignition to 2-3° after TDC, in order to keep the pressure rise, $p_{comp}$ - $p_{max}$, within the specified 35 bar, while still maintaining optimum combustion and thereby low SFOC.**

**Due to this delay in ignition, the draw diagram will often show two pressure peaks, as shown in the figure below.**




၄၇။ Power Diagram အကြောင်းရှင်းပြပါ။

ဒီ Diagram ယူတဲ့အခါမှာ Indicator drum ရဲ့ Movement က Piston movement နဲ့ Inphase ဖြစ်နေရပါမယ်။ Diagram အတွင်းမှာရှိတဲ့ ဧရိယာက အဲဒီ cycle အတွင်းမှာ ပြီးမြောက်ခဲ့တဲ့ Workdone ကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။

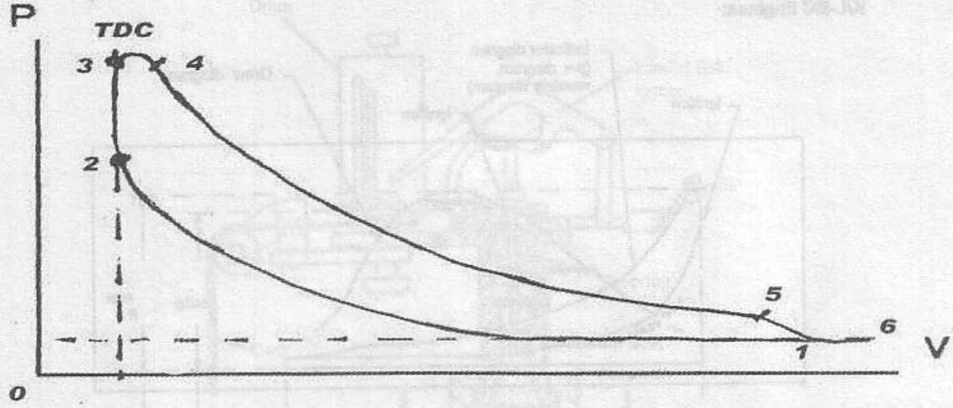



Diagram မှာဘယ်အပိုင်းက ဘယ်အနေအထားကို ကိုယ်စားပြုတယ်ဆိုတာကို ရှင်းပြပါ့မယ်။ ဒီ Diagram ကို PV Diagram လို့ခေါ်ပါတယ်။ ဒေါင်လိုက်မျဉ်း Vertical Line ကဖိအား Pressure ကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။ ရေပြင်ညီမျဉ်း Horizontal Line က ထုထည် Volume ကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။ ဒီမျဉ်းနှစ်ကြောင်းရဲ့ဆုံမှတ်ဟာ (၀) သုညပါ။ သူနဲ့ဝေးရင်တန်ဖိုးတက်လာမယ်။ သူနဲ့နီးရင် တန်ဖိုးနည်းသွားမယ်။

နေရာအမှတ် (၁)မှာ အင်လက်နဲ့အိတ်ဇော ဗား(သို့) Port တွေပိတ်သွားကြပြီး၊ အသစ်ဝင်လာခဲ့တဲ့ လေ ဟာ ဆလင်ဒါ အတွင်းမှာ စတင်ပြီး ပိတ်မိပါတယ်။

အမှတ်(၁)ကနေ(၂)ကို ပစ်စတင် သွားတဲ့အခါမှာ ပိတ်မိနေခဲ့တဲ့ လေတွေကို ဖိသိပ်ပြီးသွားပါတယ်။ ဒါကြောင့် ဖိအားက တဖြည်းဖြည်းတက်လာပြီး ထုထည်က ဖြည်းဖြည်းခြင်းနည်းသွားတာကို တွေ့ရမှာပါ။ Compression Stroke ဖြစ်ပါတယ်။

အမှတ်(၂)မှာ ပူနေတဲ့လေတွေရှိတဲ့ ဆလင်ဒါထဲကို ဆီစပြီးပန်းသွင်းပါတယ်၊ အပူချိန်က မီးလောင်ဖို့ လုံလောက် နေတာကြောင့် ဆီတွေ မီးလောင်မှုဖြစ်ပွားပြီး ဖိအားဟာရုတ်တရက် အမှတ်(၃) ဆီသို့မြင့်တက်သွားပါတယ်။

အမှတ်(၃) မှာ ပစ်စတင်ဟာ TDC ရောက်နေပါပြီ၊ သူ့ကိုကျော်တာနဲ့ အောက်ပြန်ဆင်းပါ့မယ်။ ဒါပေမဲ့မီးလောင်မှု အရှိန်ကရှိနေတော့ ဖိအားက အမှတ်(၃)နဲ့ (၄) ကြားမှာ ဆက်တက် နေခဲ့သေးတာကို တွေ့နိုင်ပါတယ်။

အမှတ်(၄) ကနေ (၅)ကိုသွားတဲ့မျဉ်းက Combustion မပါတဲ့ Expansion သက်သက် ဖြစ်ပေါ်နေတာကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။

(၅) ကိုရောက်တဲ့အခါမှာ Exhaust Valve or Ports ကပွင့်သွားတဲ့အတွက် ဆလင်ဒါအတွင်းမှာရှိတဲ့ ဓာတ်ငွေ့တွေ အပြင်ကို ထွက်သွားလို့ ရုတ်တရက်ဖိအားကျသွားတဲ့ အနေအထားကိုမြင်တွေ့ရမှာပါ။

(၅-၆-၁) ဆိုတဲ့ကာလကတော့ အိတ်ဇော(သို့)လေအဟောင်းတွေကို လေအသစ်နဲ့ လဲလှယ်နေတဲ့Scavenging ကာလပါ။
(၁) ဆိုတဲ့နေရာရောက်တာနဲ့ Valves or Ports တွေကပြန်ပိတ်သွားကြပြီး နောက် Cycle တစ်ခုအသစ်စတင်ဖို့ အသင့်ပြန်ဖြစ်နေပြီပေါ့။

၉၈။ Out of Phase Diagram (or) Draw Card အကြောင်းရှင်းပြပါ။

Combustion Process ကို သေသေချာချာ ရှင်းရှင်းလင်းလင်း သိနိုင်ဖို့အတွက် Out of Phase Diagram (or) Draw Cardကိုယူပါတယ်။ အင်ဂျင်မှာရှိတဲ့ Indicator Drive ကို 90° out of phase အနေအထားကိုပြောင်းပြီးမှ Indicator Instrument ရဲ့ကြိုးကိုချိတ်ရပါမယ်။ ယူပုံယူနည်းကတော့ အပေါ်မှာ Power Card ယူနည်း ရှင်းပြခဲ့တဲ့ အစီအစဉ်အတိုင်းပါပဲ။
အင်ဂျင်မှာရှိတဲ့ Indicator Drive ကို 90° out of phase အနေအထားကိုပြောင်းလို့ မရနိုင်တဲ့ အင်ဂျင် တွေမှာတော့ ကြိုးကိုလက်နဲ့ဆွဲရပါမယ်။ ဆွဲတဲ့အခါ Piston TDC ရောက်တဲ့အချိန်ကို Card (သို့) စက္ကူရဲ့အလယ်တည့်တည့် လောက်ရောက်အောင် မှန်းဆပြီး ဆွဲရပါမယ်။
ဒီ Card က Compression နဲ့ Combustion ဖြစ်စဉ်များအတွင်း ဆလင်ဒါထဲမှာ ဖိအားပြောင်းလဲနေမှု အခြေအနေများကို ရှင်းရှင်းလင်းလင်း နဲ့ တိတိကျကျ ဖော်ပြပေးပါတယ်။

၉၉။ Compression Diagram

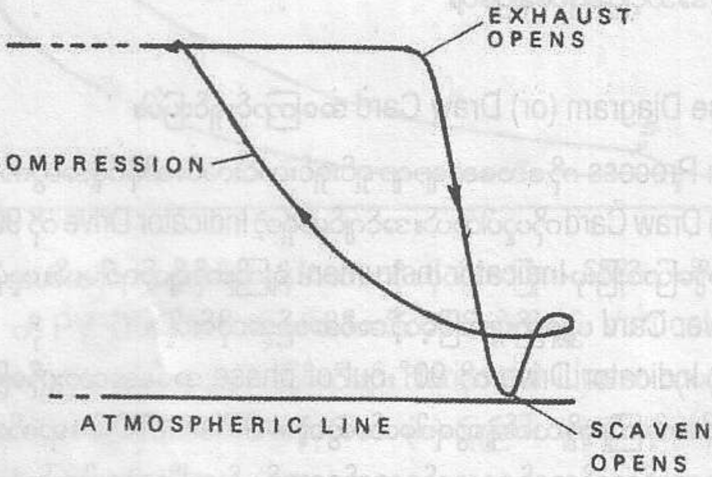
Power Diagram ယူသလိုယူလည်းရတယ်။ Drum ကိုနည်းနည်းပဲလှည့်ပြီး မျဉ်းမတ်လေးတွေယူလည်း ရတယ်။ အရေးကြီးတာက အဲဒီအချိန်မှာ Fuel cutoff ဆီဖြတ်ထားဖို့ ဖြစ်ပါတယ်။ ဒီ diagram ရဲ့အမြင့်က ဆလင်ဒါအတွင်းမှာ ရှိတဲ့ Compression Pressure ကိုကိုယ်စားပြုပါတယ်။

၁၀၀။ Peak (or) Maximum Pressure Diagram

Indicator Instrument ရဲ့ကြိုး ကို Indicator drive မှာမချိတ်ဘဲ မျဉ်းမတ်လေးတွေ ယူလည်းရပါတယ်။ ယူထားပြီးသား Power Card, Draw Card တို့ရဲ့အမြင့်ဆုံးနေရာကနေ Atmosphere Line (Base Line) ကို မျဉ်းမတ်ယူပြီး တိုင်းလိုက်ရင်လည်း အဲဒီဆလင်ဒါရဲ့ Maximum Pressure ကိုရရှိနိုင်ပါတယ်။

၁၀၁။ Light Spring Diagram

Light Spring Diagram ယူတဲ့အခါ Power Card ယူသလိုပဲ ယူရပါတယ်။ ဆီလည်းပေးထားရပါတယ်။ ပျော့တဲ့ စပရိန် Light Spring ပြောင်းပြီးတပ်ဆင်ရပါတယ်။ Exhaust နဲ့ Scavenge မှာ




**Light spring diagram**

ဖြစ်ပေါ်နေတဲ့ ဖိအားများကို အကျယ်ချဲ့ပြီးပြပါတယ်။ အဲဒီ ဖြစ်စဉ်တွေမှာ မှုမမှန်တဲ့ အခြေအနေတွေ ဖြစ်နေရင် သိနိုင်ပါတယ်။

၁၀၂။ Faulty Indicator Diagrams များကို ရှင်းပြပါ။

B&W – MC engine Instruction Manual မှကောက်နုတ်ဖော်ပြထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

## Faulty Indicator Diagrams

**Plate 70617-40**

- - - - - - - correct diagram
——————— measured diagram

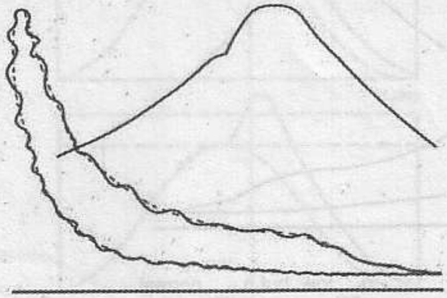


*Fig. 1. Vibrations in drive.*

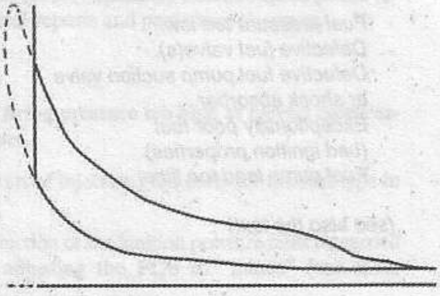


*Fig. 2. Length of cord **too long**.*

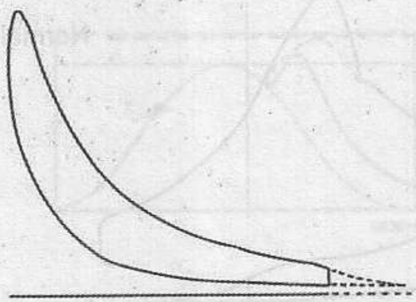


Fig. 3. Length of cord **too short**.
B.D.C.-part missing.

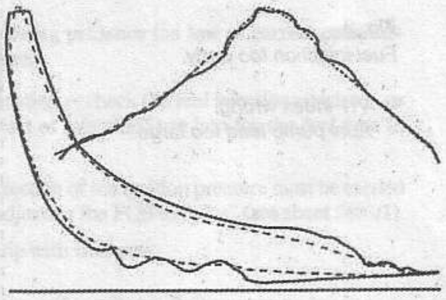


*Fig. 4. Friction in indicator piston.*
*Draw-diagram also affected. This fault gives a*

Fig. 5. Spring too weak. Indicator piston strikes top end of cylinder.

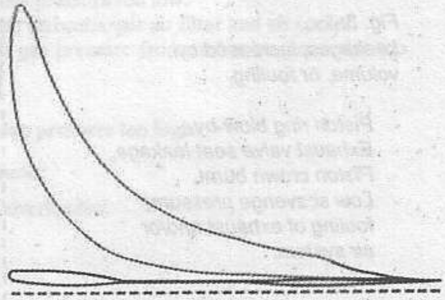


Fig. 6. Indicator cock leaking.
Atmospheric line untrue.

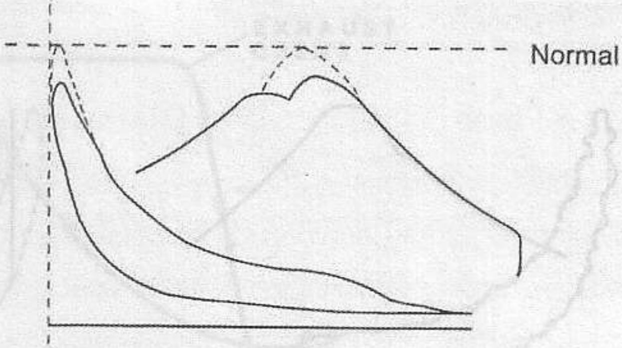
## ၁၀၃။ Informations from Indicator Diagrams များကို ရှင်းပြပါ။

B&W –K98 MC engine Instruction Manual မှကောက်နုတ်ဖော်ပြထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

*Fig. 1:*
*Fuel injection too late.*

- *Fuel pressure too low.*
- *Defective fuel valve(s).*
- *Defective fuel pump suction valve or shock absorber.*
- *Exceptionally poor fuel (bad ignition properties)*
- *Fuel pump lead too little.*

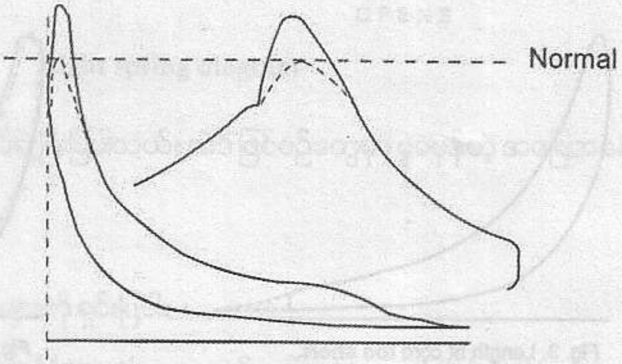
*(see also the text)*




$p_{max}$ low, but $p_{comp}$ normal

*Fig. 2*
*Fuel injection too early.*

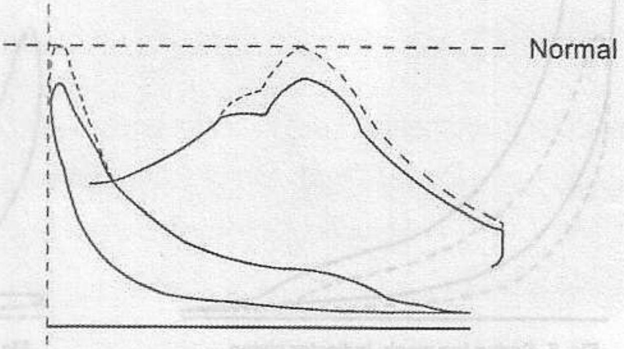
- *VIT index wrong.*
- *Fuel pump lead too large.*




$p_{max}$ high ,but $p_{comp}$ normal

*Fig. 3:*
*Leakages, increased cyl. volume, or fouling.*

- *Piston ring blow-by.*
- *Exhaust valve seat leakage.*
- *Piston crown burnt.*
- *Low scavenge pressure, fouling of exhaust and/or air system.*




both $p_{comp}$ and $p_{max}$ are low

# SULZER RTA 84 Engine Insturction Manual မှ ကောက်နုတ်ဖော်ပြထားပါတယ်။

**Interpretation of indicator diagrams and corresponding engine adjustments**

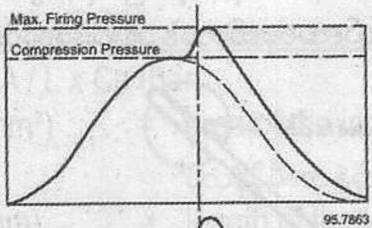
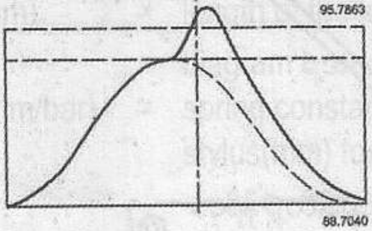



**Diagram showing correct cylinder pressure and normally timed ignition point (start of injection).**

For reference values on compression and maximum firing pressures for corresponding load and speed please refer to the trial reports and performance curves.

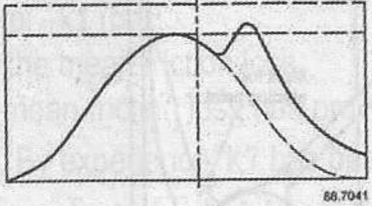



**Maximum firing pressure too high at correct compression pressure.**

Ignition (start of injection) too early for the fuel type in use:

- The correction of the ignition pressure must be carried out by adjusting the FQS to "minus" (see sheet 5803/1).

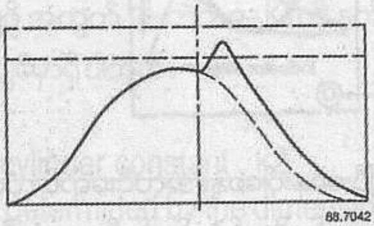
A correction at the FQS may only be effected if all cylinders show the same pressure deviation.




**Maximum firing pressure too low at correct compression pressure.**

Poor combustion – check the fuel injection nozzles – or ignition (start of injection) too late for the fuel type in use:

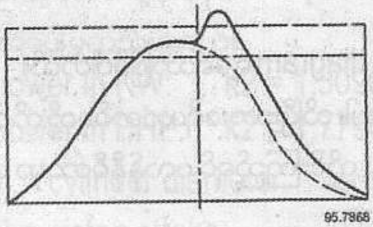
- The correction of the ignition pressure must be carried out by adjusting the FQS to "plus" (see sheet 5803/1).
- Nozzle tip with trumpets.




**Compression and maximum firing pressure too low.**

*Possible causes:*

- Effective load lower than assumed.
- Exhaust valve leaking.
- Charge air pressure too low: Clean the turbocharger air filter and air cooler (exhaust gas pressure from turbocharger outlet too high).




**Compression pressure too high.**

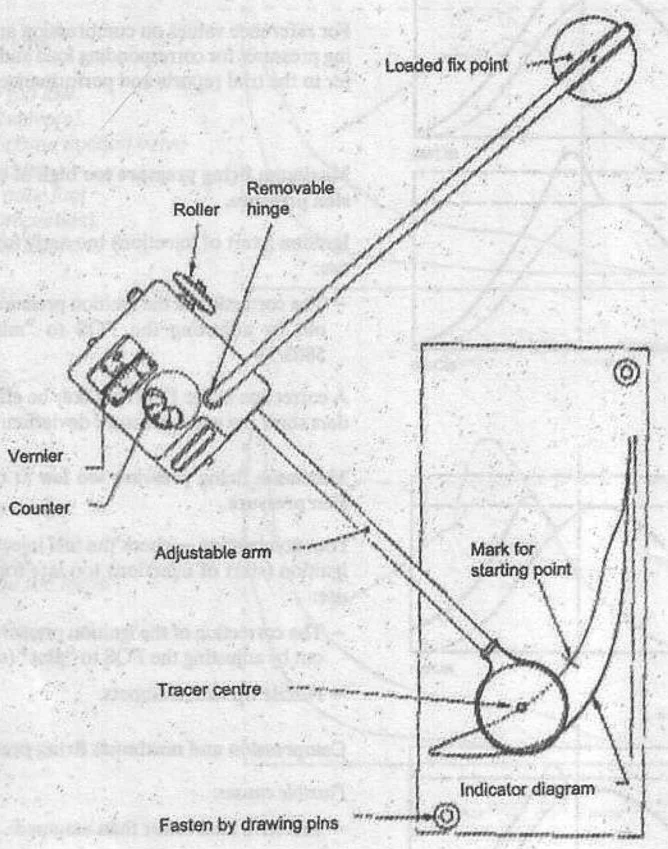
*Possible causes:*

- Engine overloaded.

New Sulzer Diesel

၁၀၄။ Planimeter နဲ့ Diagram Area တိုင်းတာပုံကိုရှင်းပြပါ။

ပုံမှာပြထားတဲ့အတိုင်း Indicator ရဲ့ အနေအထားကို နေရာချပါ။ Expansion Line ပေါ်မှာ အမှတ်တစ်ခုယူပါ။ Diagram အနားအတိုင်းလိုက်ပြီး တိုင်းသွားတဲ့အခါမှာ အစမှတ်နဲ့ အဆုံးမှတ် တိတိကျကျရအောင်ဖြစ်ပါတယ်။ အစမှတ်ကနေ အနားအတိုင်း တိုင်းတဲ့




အခါမှာ ပလန်နီမီတာ ရွေ့တဲ့ နှုန်းက ညီနေပါစေ။ သိပ်ပြီးမနေးပါစေနဲ့။ အလင်းရောင် လုံလောက်မှု ရှိပါစေ။ တိုင်းတာမှု အစနဲ့အဆုံး တိတိကျကျ ဖတ်နိုင်အောင် လိုအပ်ခဲ့ရင် မှန်ဘီလူး သုံးပြီး ဗာနီယာ စကေးကို ဖတ်ပါ။

အစနဲ့အဆုံး တန်ဖိုးတွေရဲ့ခြားနားချက်ဟာ Indicator diagram ရဲ့ဧရိယာဖြစ်ပါတယ်။

သတိပြုရန် – ပလန်နီမီတာရဲ့တိကျမှုကို အရင်စစ်ဆေးပါ။ သိပြီးသားဧရိယာတစ်ခုကို တိုင်းပြီးစစ်ပါ။ ဥပမာ အလျား ၂စင်တီမီတာရှိတဲ့ စတုရန်းတစ်ခုဆွဲပြီး တိုင်းကြည့်ရင် ပလန်နီမီတာမှာ ၄ စတုရန်း စင်တီမီတာပြရမယ် ပေါ့။

၁၀၅။ Indicated Horse Power တွက်ပုံကို ရှင်းပြပါ။

B&W –MC engines Instruction Manual ထဲမှာဖော်ပြထားတဲ့ တွက်ပုံ တွက်နည်းကို ရှင်းပြပါ့မယ်။

The mean indicated pressure, pi

$p_i = A / L \times Cs$ (bar)

A ($mm^2$) = area of the indicator diagram as found by planimetering
ပလန်နီမီတာ နဲ့ရှာလို့ရထားတဲ့ diagram ရဲ့ဧရိယာ

L (mm) = length of the indicator diagram (= atmospheric line).
diagram ရဲ့အလျား

C (mm/bar) = spring constant ( = vertical movement of the indicator stylus(mm) for a 1bar pressure rise in the cylinder.)
စပရိန် ရဲ့ကိန်းသေ တန်ဖိုး

The mean effective pressure, pe

pe = pi –k1 (bar)

k1 = the mean friction loss

The mean friction loss has proved to be practically independent of the engine load. By experience, k1 has been found to be approx. 1 bar.

k1ပျမ်းမျှပွတ်အားကြောင့် ဆုံးရှုံးမှုတန်ဖိုး ဟာ အင်ဂျင်ရဲ့ထမ်းဆောင်နေရတဲ့ ဝန်နဲ့ မပတ်သက်ပါဘူး။ pe ရဖို့ အတွက် pi ထဲကနေk1ကို နုတ်ရပါမယ် အတွေ့အကြုံများအရ k1 ရဲ့တန်ဖိုးဟာ1 bar ဝန်းကျင်မှာရှိ ပါတယ်။

The cylinder constant , k2

k1 is determined by the dimension of the engine, and the unit in which the power is wanted. k1ရဲ့တန်ဖိုးကတော့ အင်ဂျင်ရဲ့အတိုင်းအတာနဲ့ ပါဝါကို ဘယ်ယူနစ်နဲ့လိုချင်တာလဲ ဆိုတဲ့အပေါ်မူတည်ပါတယ်။

For power in KW: k2 = 1,30900 x D x S

For power in BHP: k2 = 1,77968 x D x S

D (m) = cylinder diameter ဆလင်ဒါ၏အချင်း

S (m) = piston stroke ပစ်စတင်၏စတုတ်

For Example:

| Engine type | For Power in KW k2 | Foe Power in BHP k2 |
|---|---|---|
| L 50MC | 0.5301 | 0.7208 |
| S 50MC | 0.6250 | 0.8498 |
| S 50MC-C | 0.6545 | 0.8899 |
| S 60MC | 1.0801 | 1.4685 |
| S 90MC-T | 3.3802 | 4.5958 |
| K 98MC-C | 3.0172 | 4.1022 |

The indicated engine power, Pi

Pi = k x n x pi    n= engine speed (rpm)

The effective engine power, Pe

Pe = k x n x pe (KW or bhp)    n= engine speed (rpm)

n = တစ်မိနစ်အတွင်းလည်ပတ်သော အင်ဂျင်၏ စက်ပတ်ရေ

Due to the friction in the thrust bearing, the shaft power is approx. 1% less than the effective engine power.

သရပ်စ် ဘယ်ယာရင်တွင်ဖြစ်ပေါ်သောပွတ်မှုအားကြောင့် ရှပ်ပါဝါသည် အင်ဂျင်၏အက်ဖက်တစ်ပါဝါထက် ၁% ဝန်းကျင် နည်းသည်။

# 7. STARTING & REVERSING

၁၀၆။ သင်္ဘောတွေပေါ်မှာအသုံးပြုတဲ့ Engine Starting System ဘယ်နှစ်မျိုးရှိပါသလဲ။

(a) Manual Crank

လက်နဲ့လှည့်တာပါ။ ယယ်ယယ်တုန်းက ဂျစ်ကားတွေကို ကောက်တံနဲ့ လှည့်တာမျိုးလေ။ ပါဝါနည်းတဲ့ အင်ဂျင်လေးတွေနှိုးဖို့အတွက်သုံးပါတယ်။ သင်္ဘောပေါ်မှာSmall life boat enginesနှိုးတဲ့နေရာမှာ တွေ့နိုင်ပါတယ်။

(b) Electric Starter Motor

ဘက်ထရီ Battery က လျှပ်စစ်ပါဝါကိုယူပြီး စတတ်တာမော်တာStarter motor က လည်ပါတယ်။ သူ့မှာခွေးသွားစိတ်လေးတွေ Pinion ရှိပြီး၊ အင်ဂျင်နှိုးတဲ့အခါ ဖလိုင်းဝီးမှာရှိတဲ့ ခွေးသွားစိတ်လေးတွေ Pinion ကို ချိတ်ဆက်ပြီး လှည့်ခါ အင်ဂျင် Engine ကိုလည်စေပါတယ်။ သင်္ဘောပေါ်မှာ Life boat engine, Small Generator engine, Emergency Generator engine တွေကို နှိုးတဲ့နေရာမှာ တွေ့နိုင်ပါတယ်။

(c) Hydraulic Starter Motor

လက်ရိုက်ပန့် Hand pump ကို အသုံးပြုပြီး ဟိုက်ဒြောလစ်ဆီ hydraulic oil ကို ဖိအားမြင့်တိုင်ကီ Pressure vessel မှာစုထားလိုက်ပါတယ်။ ဖိအားမြင့် ဟိုက်ဒြောလစ်ဆီတွေကို လွှတ်လိုက်ရင်ဆီတွေက ဟိုက်ဒြောလစ်မော်တာသို့ ရောက်လာပြီးမော်တာကို လည်စေပါတယ်။ အဲဒီလည်ပတ်မှုကို ဖလိုင်းဝီး ဆီသို့ ရောက်စေကာ အင်ဂျင်ကို နှိုးခြင်းဖြစ်ပါတယ်။ သင်္ဘောပေါ်မှာ Emergency generator တွေမှာ တပ်ဆင်ထားတာတွေ့နိုင်ပါတယ်။

(d) Spring Action Starter Motor

ဒီစနစ်က နာရီသံပတ်ပေးတဲ့ သဘောတရားကို အခြေခံထားပါတယ်။ အားကောင်းတဲ့ စပရိန် (သံပတ်) ကို လှည့်ပြီး တင်းထားပါတယ်။ အင်ဂျင်နှိုးချင်တဲ့အခါ သံပတ်ကိုဖြည်ပေးလိုက်ပါတယ်။ အဲဒီသံပတ် ပြေပြီး သွားတဲ့ လည်ပတ်မှုကို ယူပြီး အင်ဂျင်ကို နှိုးတာပါ။ သင်္ဘောပေါ်မှာ Emergency generator engine တွေမှာ တပ်ဆင်ထားတာ တွေ့နိုင်ပါတယ်။

(e) Air Starting

Main Engines & Generator Engines တွေကို နှိုးရာမှာ သုံးပါတယ်။ အသုံးများဆုံး အတွေ့ရအများဆုံးစနစ်ပါ။ ပါဝါကြီးတဲ့ အင်ဂျင်တွေကို ဒီစနစ်နဲ့ နှိုးမှပဲရပါတယ်။

၁၀၇။ Engine တွေကို indicator cocks ပိတ်ပြီး တန်နင်ဂီယာ Tunring gear နဲ့လှည့်တော့ မနိုးဘဲ Air kick (Air starting) လုပ်တော့မှ နိုးတာဘာဖြစ်လို့ပါလဲ။

Diesel Engines တွေဟာ compression ignition engine ဖြစ်ပေမဲ့၊ ဖိသိပ်ခြင်းခံရတဲ့ လေမှာ လောင်စာဆီကို မီးလောင်နိုင်တဲ့ အပူချိန်ကို ရောက်ဖို့လိုပါတယ်။ Turning Gear နဲ့လှည့်တဲ့အခါ လေကိုဖြည်းဖြည်းခြင်းပဲ ဖိသိပ်တဲ့အတွက် လိုအပ်တဲ့အပူချိန်ကိုမရပါ။ အဲဒီအပူချိန်ရဖို့အတွက်ဆိုရင် အင်ဂျင်ဟာ သူ့ရဲ့ 30% of the normal rated speed အနည်းဆုံးရဖို့လိုပါတယ်။ အဲဒီအမြန်နှုန်းမျိုး ရဖို့ကိုလည်း Air kick လုပ်မှသာရနိုင်ပါတယ်။

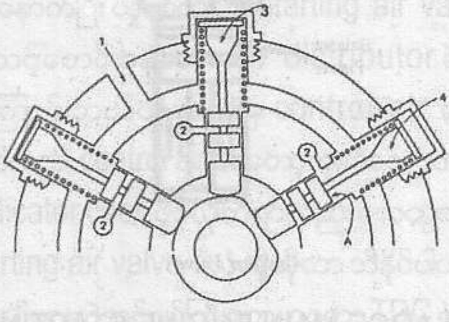
၁၀၈။ Main Engine Air Starting System မှာအရေးကြီးတဲ့ အစိတ်အပိုင်းများနဲ့ System အလုပ်လုပ်ပုံ ကိုပုံနှင့်တစ်ကွ ရှင်းပြပေးပါ။

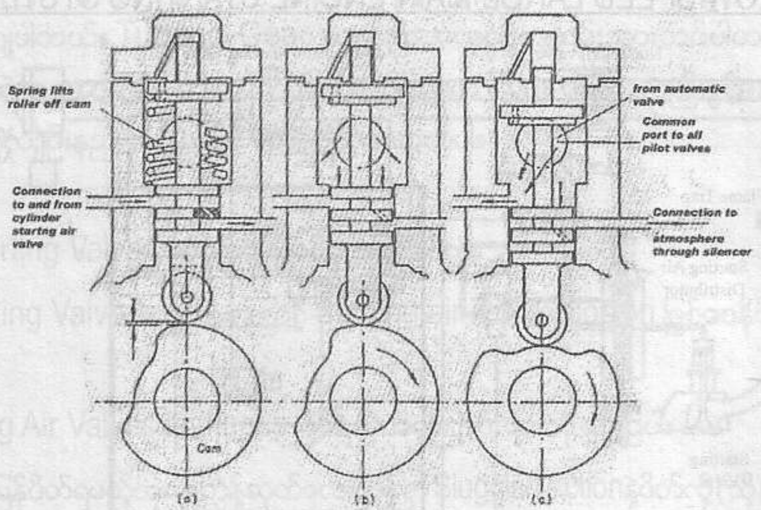
(1) Air storage reservoir or starting air bottle – ဖိအားမြင့်လေကို သိုလှောင်နိုင်သော လေအိုး (၂)လုံးရှိပါသည်။ အဲယားကွန်ပရက်ဆာ Air Compressor များမှ ဖိသိပ်ပေးထားသော ဖိအားမြင့် လေများ Compressed Air ကို အင်ဂျင်နှိုးနိုင်ရန် အတွက် ၎င်းလေအိုးများအတွင်း သိုလှောင်ထား သည်။

(2) Automatic Valve - Engine Control ကို Starting Position သို့ထားလိုက်သောအခါ ၎င်း ဗားသည် အလိုအလျောက်ပွင့်ပြီး လေအိုးအတွင်းရှိလေကို ဆလင်ဒါကာဗာ Cylinder Coverတွင် တပ်ဆင် ထား သော Starting Air Valves များဆီသို့ ရောက်စေသည်။

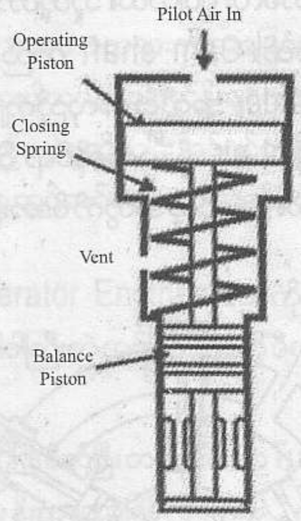
(3) Starting Air Distributor – အဲယားဒစ်စထရီဗြူတာ Air distributorအတွင်းမှာ ပိုင်းလော့ဗား Pilot valves များရှိပါတယ်။ စတာ့တင်းအဲယားဗား Starting air valveတစ်လုံး

အတွက် ပိုင်းလော့ဖား တစ်လုံး ရှိပါတယ်။ သူတို့ဟာ ကင်မ် Cam (သို့) ကင်မ်များပေါ်မှာ ကပ်လျှက်တည်ရှိပါတယ်။ Cam shaft လည်ပတ်မှုပေါ် မူတည်ပြီး ပိုင်းလော့ဖား တစ်လုံးစီဟာ Firing order အတိုင်း အလှည့်ကျ အလုပ် လုပ်ပါတယ်။ အလုပ်လုပ်တဲ့ ပိုင်းလော့ဖားဟာControl air ကို သက်ဆိုင်ရာ Starting air valve ဆီသို့ပေးပို့ပြီး အဲဒီဖားကို ပွင့်စေပါတယ်။ ဖားပွင့်တဲ့ အတွက် ဖိအားမြင့် လေတွေဟာ ဆလင်ဒါအတွင်းကို ဝင်ရောက်သွားပါတယ်။



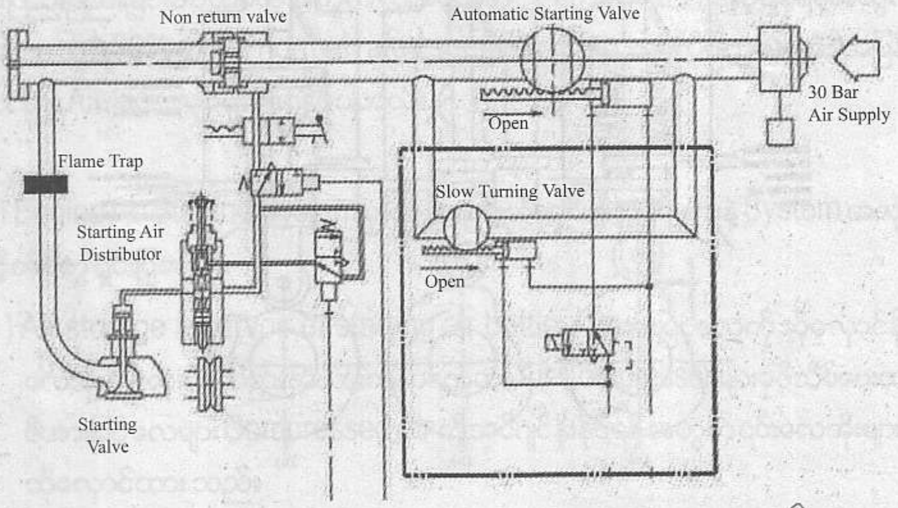



(4) Starting Air Valve - ဆလင်ဒါယူနစ်တိုင်းမှာ စတာ့တင်းအဲယားဖား တစ်လုံးဆီရှိပါတယ်။ လေအိုးကလာတဲ့ ဖိအားမြင့်လေ (30 bar) က Starting Control အလုပ်လုပ်တဲ့အခါ သူတို့ ဆီကို ရောက်လာပြီး ဆလင်ဒါအထဲဝင်ဖို့ အဆင်သင့်အနေအထားမှာရှိနေပါတယ်။ ဖားများဟာ ပုံမှန်အတိုင်း ဆို ပိတ်နေပြီး Air distributor မှ Control air or Pilot air သူတို့ဆီကို Firing order အတိုင်း ရောက်လာမှသာ ပွင့်ပါတယ်။




*Air Start Valve*

## SLOW SPEED LARGE MAIN ENGINE STARTING SYSTEM




၁၀၉။ Starting Air Valves မလုံဘူးဆိုရင် မောင်းနေစဉ် ဘယ်လိုသိနိုင်လဲ။

အားလုံးနဲ့ဆိုင်တဲ့ Air starting rail ကနေ အဲဒီယူနစ်ရဲ့ဆလင်ဒါကို ဆက်ထားတဲ့ အနီးဆုံး အဲယားစတာ့တင်း ပိုက်ဆက်မှာ အပူလွန် Overheat ဖြစ်နေတာကြောင့်သိနိုင်ပါတယ်။ ဗား မလုံတဲ့အတွက် Combustion chamber ထဲမှာရှိတဲ့ Hot gases တွေက ဗားကိုဖြတ်ပြီး လိုင်းထဲကို ရောက်နေလို့ အခုလို Overheat ဖြစ်နေတာပါ။

8-3-2011

၁၁၀။ Starting Air Valves မလုံတာကို Engineရပ်ထားစဉ် ဘယ်လိုနည်းနဲ့ သိအောင်စမ်းနိုင်လဲ။

Air distributor ကိုသွားတဲ့ လေလိုင်းရဲ့ Isolating valve ကိုပိတ်မယ်။ Starting control ကို Start အနေအထားပေးပြီး Air manifold ထဲကို လေရောက်စေမယ်။ Indicator cock ကိုဖွင့်ပြီး လေထွက်လာခြင်းရှိမရှိစစ်မယ်။ လေထွက်လာတဲ့ ယူနစ်ရဲ့စတာ့တင်းအဲဗယားဗား မလုံဘူးလို့သိနိုင်တယ်။ TG ဖြုတ်ထားပါ။

Start အနေအထားပေးထားတဲ့အတွက် ဖိအားမြင့်လေဟာ air manifold or starting rail ထဲကိုရောက်နေမယ်။ နောက်ပြီး ယူနစ်တိုင်းရဲ့ starting air valves တွေဆီလည်းရောက်နေပြီး ဆလင်ဒါထဲဝင်ဖို့ အသင့်စောင့် နေမယ်။ Air distributor ရဲ့အဝင် isolating valve ကို ပိတ်ထားလိုက်တာကြောင့် ဘယ်ယူနစ်ကို မှ control air မသွားတော့ဘူး။ Firing order အလှည့်ကျနေတဲ့ ယူနစ်လည်း control air မရတော့ဘူး၊ ဒီတော့ ဘယ် starting air valve မှပွင့်စရာ အကြောင်းမရှိဘူး။ Indicator cock ဖွင့်လိုက်ရင်လည်း လေထွက်မလာရဘူး။ လေထွက်လာတယ် ဆိုရင် အဲဒီယူနစ်ရဲ့ starting air valve မလုံလို့ဆိုတာ သိနိုင်ပါတယ်။

အင်ဂျင်အကြီးတွေ၊ ယူနစ်များတဲ့အင်ဂျင်ကြီးတွေမှာတော့ TDC ရောက်နေတဲ့ ယူနစ်တွေကိုစမ်းတာ ပိုပြီး တိကျပါတယ်။ Turning Gear လှည့်ပြီး အလှည့်ကျ စမ်းသွားသင့်ပါတယ်။ ပစ်စတင်က ဆလင်ဒါထဲမှာ အောက်ပိုင်းကိုရောက်နေတဲ့အချိန်မျိုးမှာ Ports တွေကလည်းပွင့်နေမယ်။ Leakage ပမာဏကလည်းနည်းမယ် ဆိုရင် မသိနိုင်တဲ့အတွက်ပါ။

၁၁၁။ Air Starting Valve မလုံတာကြောင့်ဘာဖြစ်နိုင်လဲ။

Air Starting Valve မလုံတာကြောင့် Starting air line explosion ဖြစ်စေနိုင်ပါတယ်။

၁၁၂။ Starting Air Valves leakages ဖြစ်ရတဲ့အကြောင်းများကို ရှင်းပြပါ။

ဗားကမြန်မြန်ပိတ်ရမယ့်အစား တွန့်ဆုတ်လေးကန်စွာ Sluggish Actionနဲ့ပိတ်လို့ (သို့) ဗားအထိုင် Valve seat မှာ ဂျီးကပ်နေတဲ့အတွက် ဗားက အပြည့်မပိတ်နိုင်လို့ Leakages ဖြစ်တတ်ပါတယ်။ Sluggish Action ဖြစ်ရတာက ဗားအတွင်း မှာရှိတဲ့ ပစ်စတင် (သို့) valve spindle guide က ညစ်ပတ်နေလို့ဖြစ်တတ်ပါတယ်။ Overhauled လုပ်ပြီးခါစ ဗားမှာဖြစ်တာဆိုရင်တော့ Clearances မလုံလောက်လို့ဖြစ်ပါတယ်။

၁၁၃။ Reversing ဆိုတာဘာလဲ။

သင်္ဘောအင်ဂျင်တွေ၊ အထူးသဖြင့် Main Engine တွေဟာ ပြောင်းပြန်ပြန်လည်လို့ရတဲ့ အမျိုးအစားတွေ များပါတယ်။ Reversible Engine လို့ခေါ်ပါတယ်။ အဲဒီလို အင်ဂျင် ပြောင်းပြန်ပြန်လည်လို့ရအောင် ပြုလုပ်ပေး ခြင်းကို reversing လို့ခေါ်ပါတယ်။

နားလည်လွယ်အောင် ပြောရရင် သင်္ဘော အင်ဂျင်နဲ့ သင်္ဘောကို ရွေ့လျား စေမယ့် ပန်ကာကို တိုက်ရိုက် ဆက်ထားပါတယ်။ အင်ဂျင်လည်ရင် ပန်ကာလည်မယ်။ သင်္ဘောက အရှေ့ကို သွားဖို့အတွက် ပန်ကာက နာရီလက်တံအတိုင်းလည်ဖို့လိုမယ်ဆိုရင် ။ အင်ဂျင်ရဲ့ လည်ပတ်မှုကလည်း နာရီလက်တံအတိုင်း လည်ပတ်မယ် (Clockwise)။ သင်္ဘောအနောက်ဘက်ကို ရွေ့ချင်တယ်ဆိုရင် ပန်ကာက နာရီလက်တံ ပြောင်းပြန် အတိုင်း (Anti Clockwise or Counter Clockwise) လည်ဖို့လိုအပ်မယ်။ အဲဒီအခါမှာ အင်ဂျင်ကို နာရီလက်တံ ပြောင်းပြန် အတိုင်း လည်ပတ်စေမှာဖြစ်ပါတယ်။

အချို့သော Four stroke main engine များမှာတော့ Gear box ပါပါတယ်။ အင်ဂျင်အပတ်ရေ ကနေ ပန်ကာရဲ့အပတ်ရေပြောင်းတဲ့အခါမှာ လည်ပတ်မှုအချိုးကို လျှော့ချပေးလို့ Reduction gear box လို့ ခေါ်လေ့ရှိပါတယ်။

အဲဒီ Gear box တွေမှာ လည်ပတ်မှုအချိုးကို လျှော့ချပေးသလို၊ ပန်ကာရှပ်ကို ပြောင်းပြန် ပြန်လည်စေဖို့ လည်း စီစဉ်ထားပါတယ်။ အင်ဂျင်က ပြောင်းပြန်ပြန်လည်ဖို့ မလိုတော့ပါ။ ဂီယာဘောက်စ် က ဆောင်ရွက် ပေးပါတယ်။ မော်တော်ကား အင်ဂျင်နဲ့ ဂီယာဘောက်စ်တို့ အလုပ်လုပ်ပုံနဲ့တူပါတယ်။ သင်္ဘောရဲ့အခေါ် အဝေါ်အရပြောရရင် သင်္ဘောအရှေ့ကိုသွားရင် Ahead လို့ခေါ်ပြီး၊ အနောက်ကို သွားရင် Astern လို့ခေါ်ပါတယ်။ ဂီယာဘောက်စ် တွေမှာ Astern သွားဖို့အတွက် Reversing Gear ပါပါတယ်။

၁၁၄။ Engine ပြောင်းပြန်ပြန်လည်ဖို့အတွက် ဘယ်နှစ်ချက်ပြောင်းလဲပေးရမလဲ။

(1) Fuel Timing ပြောင်းပေးရမယ်
(2) Exhaust Valve Timing ပြောင်းပေးရမယ်
(3) Starting Air Valve Timing ပြောင်းပေးရမယ်

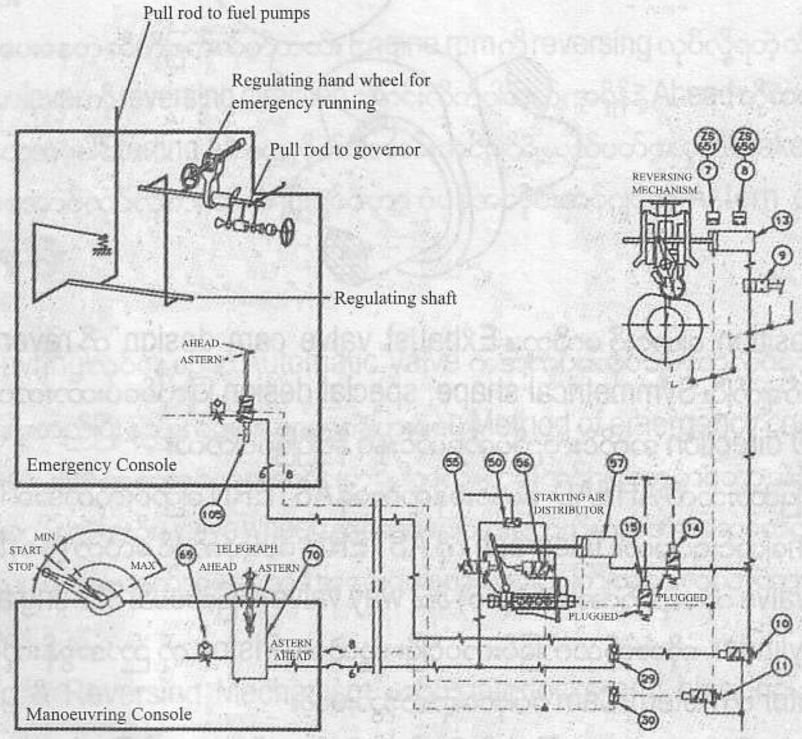
၁၁၅။ Reversing System တစ်ခုကို ပုံနဲ့တစ်ကွရှင်းပြပေးပါ။

Reversing system စနစ်တွေကတော့ အင်ဂျင်တည်ဆောက်သူ၊ တည်ဆောက်တဲ့ခုနှစ်၊ အစရှိတဲ့ အချက်တွေ ပေါ်မူတည်ပြီး ကွဲပြားမှုတွေရှိနိုင်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ အပေါ်မှာဖော်ပြထားတဲ့ အချက် (၃) ချက်ကို တော့အားလုံး လိုက်နာဆောင်ရွက်ကြရမှာပါ။

B&W MC engine ရဲ့Reversing system ကို အောက်မှာ ရှင်းလင်းပြထားပါတယ်။ အဲဒီမှာ အောက် ဘက်ခြမ်းက Manoeuvring Console က စလိုက်ကြရအောင်ပါ။

Telegraph ကို AHEAD ပေးလိုက်ရင် လေက (၂၉) Double non-return valve ကို ရောက်လာမယ်။ (၁၀) 3/2 way valve ကိုဖြတ်မယ်။ Starting air distributor ရဲ့Air cylinder ကိုညာဘက်ခြမ်းကဝင်ပြီး သူ့ထဲက Piston ကို ဘယ်အစွန်းကိုတွန်းမယ်။ Air distributor က Ahead Cam ပေါ်မှာရောက်သွားမယ်။

(၁၀) ကထွက်လာတဲ့လေဟာ ဖြူရယ်လ်ပန့်ဘက်ကိုလည်းသွားမယ်။ (၉) Ball valve ကိုဖြတ်ပြီးရင် Fuel pump reversing mechanism ရဲ့(၁၃) Air cylinder ထဲကိုဝင်မယ် အထဲမှာရှိတဲ့ Piston

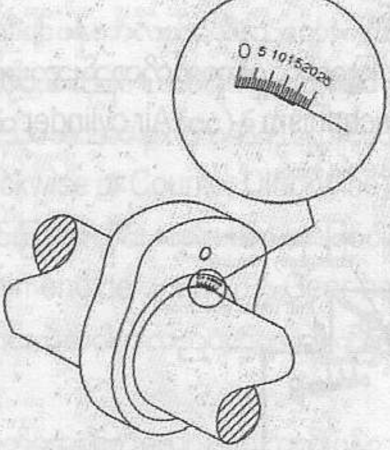



| Pos. | Qty. | Description |
|---|---|---|
| 7 | 1 | Magnet switch |
| 8 | 1 | Magnet switch |
| 9 | 1 | Ball valve |
| 10 | 1 | 3/2-way valve |
| 11 | 1 | 3/2-way valve |
| 13 | 1 | Air cylinder |
| 14 | 1 | 3/2-way valve |
| 15 | 1 | 3/2-way valve |
| 29 | 1 | Double non-return valve |

| Pos. | Qty. | Description |
|---|---|---|
| 30 | 1 | Double non-return valve |
| 50 | 1 | Double non-return valve |
| 55 | 1 | 3/2-way-valve |
| 56 | 1 | 3/2-way valve |
| 57 | 1 | Air cylinder |
| 69 | 1 | Throttle non-return valve |
| 70 | 1 | Telegraph |
| 105 | 1 | 5/2-way valve |

ကို ဘယ်အစွန်း ကိုတွန်းပြီး Fuel cam ပေါ်မှာရှိတဲ့ Fuel pump ရဲ့Roller ကို Ahead Position ဆီကို တွန်းပို့ ထားလိုက်မယ်။

Starting Air Timing လည်းပြောင်းပြီးပြီ၊ Fuel Timing လည်းပြောင်းပြီးပြီ၊ Exhaust Valve Timing ပဲကျန်တော့တယ်။ ဒီစနစ်မှာ Exhaust Valve Timing အတွက် Exhaust valve




cam position ပြောင်းဖို့ မလိုဘူး။ Exhaust valve cam design ကို reversing အတွက် ဒီဂရီတွက်ချက်ပြီး Symmetrical shape, special design ပြုလုပ်ပေးထားတယ်။ အင်ဂျင်ဟာ AHEAD direction အတိုင်းလည်ပတ်မောင်းနှင် နိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။

အခုပုံမှာပြထားသလို AHEAD မောင်းနေရာကနေASTERN ပြောင်းလိုတဲ့အခါTelegraph ကို Positionပြောင်းရပါမယ်။ Telegraph ကို ASTERN ပေးလိုက်ရင် လေက (၃၀) Double non-return valve ကိုရောက်လာမယ်။ (၁၁) 3/2 way valve ကိုဖြတ်မယ်။ Starting air distributor ရဲ့Air cylinder ကိုဘယ်ဘက်ခြမ်းကဝင်ပြီး သူ့ထဲက Piston ကို ညာအစွန်းကိုတွန်းမယ်။ Air distributor က Astern Cam ပေါ်မှာရောက်သွားမယ်။

(၁၁) ကထွက်လာတဲ့လေဟာ ဖြူရယ်လ် ပန့်ဘက်ကိုလည်းသွားမယ် Fuel pump reversing mechanism ရဲ့(၁၃) Air cylinder ထဲ ကိုဝင်မယ် အထဲမှာရှိတဲ့ Piston ကို ညာအစွန်းကို တွန်းပြီး Fuel cam ပေါ်မှာရှိတဲ့ Fuel pump ရဲ့Roller ကို Astern Position ဆီကို တွန်းပို့ ထားလိုက်မယ်။ Starting Air Timing လည်းပြောင်းပြီးပြီ၊ Fuel Timing လည်းပြောင်းပြီးပြီ၊ ဖြစ်လို့ အင်ဂျင်ကို ASTERN direction အတိုင်း လည်ပတ် မောင်းနှင်နိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။

၁၁၆။ SLOW TURNING ဆိုတာဘာလဲ။

Manoeuvring ကာလအတွင်းအင်ဂျင်ရပ်ထားချိန် မိနစ်(၃၀)ထက်ကျော်သွားတဲ့အခါမှာအင်ဂျင်ကို အနည်းဆုံးတစ်ပတ်ဖြည်းဖြည်းလေး လှည့်စေတဲ့စနစ်ပါ။ Combustion Chamber ထဲမှာ အရည်တွေရောက်နေပြီးအင်ဂျင်ပျက်စီးမှုဖြစ်ပေါ်နိုင်ခြင်းကိုကာကွယ်ဖို့ပြုလုပ်ထားတဲ့စနစ်ဖြစ်ပါတယ်။

၁၁၇။ Crash stop or Crash manoeuvring ဆိုတာကို ရှင်းပြပါ။

သင်္ဘောက အရှိန်နဲ့ ရှေ့ကိုမောင်းနေစဉ်မှာ အရေးပေါ် Emergency reversing ပြုလုပ်တာကို ခေါ်ပါ တယ်။

အင်ဂျင်ကိုပေးနေတဲ့ ဆီကိုဖြတ်လိုက်တယ်။ Engine rpm ကို reversing လုပ်လို့ရတဲ့ ထိစောင့်တယ်။ အဲဒီအချိန်မှာlever ကို reversing direction ပြောင်းလိုက်ပါတယ်။ အရှိန်နဲ့ Ahead ကိုဆက်လည်နေတဲ့ ပစ်စတင်တွေအပေါ်Starting Air ပေးလိုက်ပါတယ်။ အင်ဂျင်ရဲ့လည်ပတ်နေမှုကို brake လုပ်လိုက်ပြီး မြန်မြန်ရပ်အောင်လုပ်လိုက်တာပါ။ ပြီးရင်တော့ ပုံမှန်အတိုင်းအင်ဂျင်ကို Astern direction နဲ့ မောင်းလို့ ရပါပြီ။

၁၁၈။ Manoeuvring လုပ်နေစဉ်မှာ Automatic Valve ကအလုပ်မလုပ်ဘူး ဘာလုပ်မလဲ။

အင်ဂျင်ပေါ်မူတည်ပြီး နည်းလမ်းလေးတွေကွဲပြားပေမဲ့ Method of emergency control for the automatic valve ကတော့ သင်္ဘောတိုင်းမှာရှိပါတယ်။ တချို့အင်ဂျင်တွေမှာတော့ အဲဒီ ဗားနေရာမှာ လက်နဲ့ လှည့်လို့ရတဲ့ ဗားဘီး (valve wheel) တပ်ဆင်ပေးထားပါတယ်။ သင်္ဘောအသစ်တက်တဲ့အခါတိုင်း အင်ဂျင်နီယာ တစ်ယောက်အနေနဲ့ အဲဒီ အရေးပေါ်နည်းလမ်းကို ကြိုတင် လေ့လာထားသင့်ပါတယ်။

၁၁၉။ Starting & Reversing Mechanism မှာရှိတဲ့ interlocks and blocking devices ကို သင်ဘယ်လို နားလည် ပါသလဲ။

စနိုးနိုင်တဲ့ အခြေအနေ နဲ့ ပြောင်းပြန်ပြန်လည်လို့ရတဲ့ အခြေအနေ တွေ အားလုံးပြည့်စုံပြီဆိုမှ အင်ဂျင်ကို စနိုးလို့ ရအောင်၊ ပြောင်းပြန် လည်လို့ရအောင် တပ်ဆင်ထားပေးတဲ့ စက်ပစ္စည်းများ ဖြစ်ပါတယ်။ Starting interlocks တွေဟာ သူ့ရဲ့အစီအစဉ် sequencesတွေ မပြီးမချင်း အင်ဂျင်ကို ဆီပေးလို့ မရအောင်လုပ်ထားပါတယ်။ Reversing မှာလည်း reversing mechanism and gears တွေရဲ့ ပြောင်းလဲမှု အစီအစဉ်မပြီးမချင်း starting air valve ကို လေမရောက်အောင် လုပ်ထားပြီး အင်ဂျင်ကို wrong direction နဲ့မလည်အောင် တားဆီးကာကွယ်ထားပါတယ်။

အင်ဂျင်ဒီဇိုင်းပေါ်မှာမူတည်ပြီး သူတို့ကို တည်ဆောက်ထားပုံတွေလည်းကွဲပြားကြပါတယ်။ Blocking devices တွေဟာ mechanical, pneumatic, electrical or hydraulic devices တွေ ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။ ဥပမာ အနေနဲ့ပြောရရင် တချို့သင်္ဘောတွေမှာblocking devices ကို telegraph နဲ့ဆက်ထားပါတယ်။ အင်ဂျင်ကိုAhead order ပေးထားတဲ့အခါမှာAstern မောင်းလို့မရနိုင်ပါဘူး။ ထို့အတူ Astern order ပေးထားတဲ့အခါမှာ Ahead ပေးလို့မရနိုင်ပါဘူး။ တချို့စနစ်က Fly wheel ကို turning gear သွင်းထား တဲ့အခါ အင်ဂျင်ကို နှိုးလို့မရနိုင်ပါဘူး။

၁၂၀။ Air Starting Line မှာတပ်ဆင်လေ့ရှိတဲ့ safety divices တွေကိုပြောပြပါ။

- Flame Trap
- Non return Valve
- Starting air line drain valve
- Spring loaded safety valve or bursting cap
- Slow turning valve or arrangement
- Turning gear interlock
- Reversing interlock တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

၁၂၁။ လက်လှည့်နှိုးတဲ့ အင်ဂျင်လေးတွေ အနှိုးရခက်တဲ့ အကြောင်းရင်းများကို ဆွေးနွေးပါ။

သင်္ဘောပေါ်မှာLife boat engine နဲ့ Emergency air compressor Engine တို့ဟာ manually started engines တွေဖြစ်တတ်ပါတယ်။

အနှိုးရခက်တာ (၂) ပိုင်းရှိပါတယ်။ (၁) Fuel system မှာဖြစ်တဲ့ပြဿနာ ဖြစ်ပြီး (၂) က Compression မှာဖြစ်တဲ့ ပြဿနာဖြစ်ပါတယ်။

- Fuel system - Air in the fuel system, Dirty fuel filter, water in fuel, blocked gauzes in the fuel tank air pipe.
- Compression – Cylinder head valves leakages, sticking of piston rings, maladjustment of decompression lever.
- အသက်ကယ်လှေအင်ဂျင် Life boat engines တွေမှာအတွေ့ရများပါတယ်။ မိုးရေနဲ့ ပင်လယ်ရေတွေ က အိတ်ဇောပိုက်ထဲရောက်နေတာမျိုးပါ။ အဲဒီရေတွေကြောင့် valves and piston rings တွေမှာ ပြဿနာတက်ရတာလည်းဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

# 8. CYLINDER LINER, CYLINDER HEAD

၁၂၂။ Liner ဆိုတာဘာလဲ။ရှင်းပြပါ။

Liner ရဲ့အတွင်းမှာ လေကို ဖိသိပ်ခြင်းဆောင်ရွက်ပါတယ်။ လောင်စာဆီနဲ့လေ အရောကို မီးလောင်ပေါက်ကွဲခြင်းဟာလည်း Liner အတွင်းမှာဆောင်ရွက်ပါတယ်။ Liner ဟာcombustion chamber ရဲ့အစိတ်အပိုင်း တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။

၁၂၃။ တည်ဆောက်ပုံပေါ်မူတည်ပြီး Liner ဘယ်နှစ်မျိုးရှိပါသလဲ။

Wet Liner နဲ့ Dry Liner ဆိုပြီး (၂) မျိုးရှိပါတယ်။ Cooling water or jacket water နဲ့ Liner တိုက်ရိုက်ထိတွေ့နေရင် Wet Liner လို့ခေါ်ပြီး၊ တိုက်ရိုက်ထိတွေ့မှုမရှိဘူး ကြားမှာ Cyliner block ရဲ့ သတ္တုသား ရှိနေတယ်ဆိုရင် Dry Liner လို့ခေါ်ပါတယ်။ သင်္ဘောလောကမှာသုံးတဲ့ Main Engines တွေရဲ့Liner တွေဟာ Wet Liner တွေဖြစ်ပါတယ်။

၁၂၄။ Flame or Fire ring ဆိုတာဘာလဲ။

Flame or Fire ring ကို Cylinder liner အပေါ်ပိုင်းမှာတပ်ဆင်လေ့ရှိပြီး Combustion chamber ရဲ့ အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ လောင်စာဆီများ မီးလောင်ပေါက်ကွဲတဲ့အချိန်မှာ ဖြစ်ပေါ်တဲ့မြင့်မားသော အပူ ချိန် ဟာcylinder liner ပေါ်မှာ သက်ရောက်တာကို ကာကွယ်ဖို့ အတွက်ဖြစ်ပါတယ်။

Liner ရဲ့အပေါ်ပိုင်းမှာ အချိုင့် recess ပြုလုပ်ထားပြီး ၎င်းအတွင်းမှာ fire ring ကို ချောင်ချောင်လေး ထည့်ထားပါတယ် (loosely fits)၊ အချိုင့် recess အောက်ဆုံးနေရာဟာ ထိပ်ဆုံးပစ်စတင်ရင်း အမြင့်ဆုံး ရောက်မယ့်နေရာရဲ့အပေါ်လေးမှာရှိနေရပါမယ်။ fire ring ကို မြင့်မားတဲ့အပူချိန်ကြောင့် burning and scaling မဖြစ်နိုင်တဲ့ Alloy steel နဲ့ ပြုလုပ်ထားပါတယ်။

၁၂၅။ Liner seal ring က ယိုစိမ့်မှု ဖြစ်ရင် နောက်ဆက်တွဲအကျိုးဆက် ဘာတွေ များ ဖြစ်နိုင်သလဲ။

Two stroke engines တချို့မှာ ယိုစိမ့်မှုဖြစ်ရင် အဲဒီရေဟာ scavenge air နဲ့အတူပါသွားပြီး cylinder wall ပေါ်ရောက်ရှိသွားပါမယ်၊ breaking down the lubricating oil film ဖြစ်စေပါမယ်။ piston နဲ့ liner အပေါ်မှာအပူလွန်မှု overheat ဖြစ်စေပါမယ်။

Trunk type engines မှာတော့ ယိုစိမ့်လာတဲ့ ရေဟာ ချောဆီရဲ့အရည်အသွေး ကို ထိခိုက်ပျက်စီး စေပါ တယ်။ အင်ဂျင်ရပ်လိုက်တဲ့အခါ bearing pocket တွေ bearing oil grooves တွေထဲမှာ ကျန်ခဲ့တဲ့ ချောဆီ ထဲကရေဟာ ကွဲထွက်လာပြီး ချောမွေ့အောင်ပြုလုပ်ထားတဲ့ Pin, Journal တွေရဲ့ မျက်နှာပြင်မှာ အချိုင့် လေးတွေ pitting ဖြစ်စေသလို၊ ဘယ်ယာရင်တွေမှာ corrosion ဖြစ်ပေါ်ပြီး ပွန်းစားနှုန်းကို လျင်မြန် စေပါတယ်။ ရေနဲ့ချောဆီရောသွားတဲ့အတွက် ဘက်တီရီးယားပေါက်ဖွားမှု ဖြစ်ပေါ်ပြီး ချောဆီရဲ့အရည်အသွေးကို ပိုပြီးပျက်စီးမှုဖြစ်စေနိုင်ပါသေးတယ် (degradation of lubricating oil) ။

၁၂၆။ Liner တွေ မှာဖြစ်ပေါ်တဲ့ ပွန်းစားမှုအမျိုးအစားများကို ရှင်းပြပါ။

Normal friction wear - ပွတ်တိုက်မှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော ပွန်းစားမှု (စက် အစိတ်အပိုင်း တွေရဲ့မျက်နှာပြင် ကြမ်းတမ်းမှု၊ ချောဆီ ပေးပို့မှုအနေအထား ပေါ်မူတည်ပါသည်။ )

Abrasive wear - ပွန်းရှမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော ပွန်းစားမှု (လောင်စာဆီ၊ ချောဆီ၊ လေ အစရှိသည်တို့တွင် မလိုလားအပ်သော ပြင်ပမှုပစ္စည်းများ၊ မာကြောသော အရာများ ပါလာခြင်းကြောင့် ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ )

Corrosive wear - သံချေးစားခြင်း၊ အက်စစ်စားခြင်းမျိုးကဲ့သို့သော ဓာတ်ပြောင်းလဲမှုကြောင့် ဖြစ်ပေါ်လာသော ပွန်းစားမှု

၁၂၇။ Liner ပွန်းစားမှု များရသည့်အကြောင်းရင်းများကို ဖော်ပြပါ။

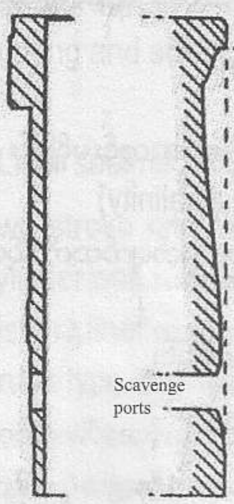
- Misalignment of piston or distortion of liner

ပစ်စတင်အလိုင်မင့်မမှန်ခြင်း၊ လိုင်နာ လိမ်နေခြင်း

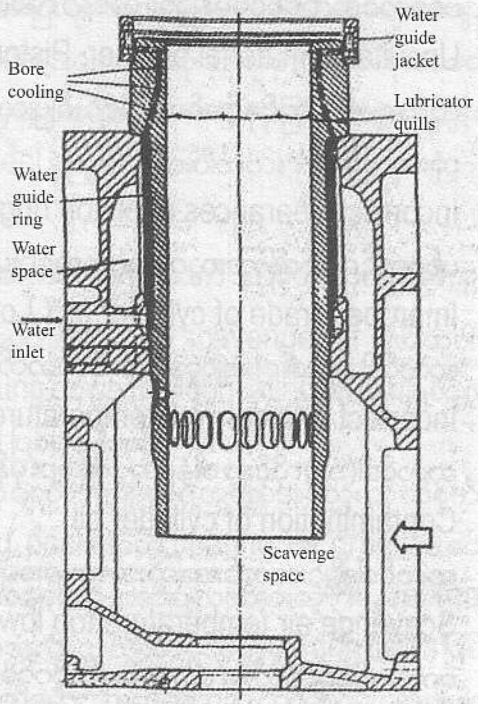
- Unsuitable material of Liner, Piston & Rings.
  လိုင်နာ၊ ပစ်စတင်နှင့်ပစ်စတင်ရင်းဂ်ပြုလုပ်ရာတွင် မသင့်လျော်သောသတ္တုအမျိုးအစားကို သုံးထားခြင်း
- Incorrect clearances of piston rings
  ပစ်စတင်ရင်းဂ်၏ကြားလွတ်အကွာအဝေးများသည် သတ်မှတ်ချက်များအတွင်း မရှိခြင်း
- Improper grade of cylinder oil ( Low viscosity or Low alkalinity)
  ဆလင်ဒါအွိုင်း၏ စေးပျစ်မှုနှင့် အက်စစ်ဓာတ် ပါဝင်မှု အနေအထား သတ်မှတ်ချက်ထက် နိမ့်နေခြင်း
- Incorrect cylinder wall temperature
  ဆလင်ဒါ(သို့) လိုင်နာ ၏နံရံအပူချိန်များ မှန်ကန်စွာထိန်းထားနိုင်မှုမရှိခြင်း
- Contamination of cylinder oil
  ဆလင်ဒါအွိုင်းအတွင်း အခြားအရာများရောနှောပါဝင်နေခြင်း
- Scavenge air temperature too low
  စကားဗင်န်ဂျ်အဲယား (သို့) အင်ဂျင်သို့ဝင်သောလေ၏ အပူချိန်နိမ့်လွန်းခြင်း
- Improper fuel & Incomplete combustion
  မသင့်လျော်သောဆီအမျိုးအစားကို သုံးခြင်း၊ မီးလောင်ပေါက်ကွဲမှု အပြည့်အဝ မဖြစ်ပေါ်ခြင်း
- Use of low sulphur fuel and high TBN cylinder oil
  ဆာလဖာပါဝင်မှုနည်းသောလောင်စာဆီနှင့် ဘေ့စ်ဓာတ် ပါဝင်မှုနှုန်းမြင့်သော ဆလင်ဒါအွိုင်း တွဲသုံးခြင်း
- Engine overload
  အင်ဂျင်ကို သတ်မှတ်ဝန်အားထက် ပိုမိုပြီး အသုံးပြုစေခိုင်းခြင်း
- Improper running in
  အင်ဂျင်အသစ်ကို အသုံးမပြုမီ ကျင့်မောင်း မောင်းရာတွင်လုပ်ဆောင်မှုများ မမှန်ကန်ခြင်း

၁၂၈။ Liner wear pattern လိုင်နာ၏ပွန်းစားမှုပုံစံ ကိုရှင်းပြပါ။

ပစ်စတင် တွင် တပ်ဆင်ထားသော ထိပ်ဆုံးရင်းဂ် Top ring ၏လိုင်နာအတွင်း အမြင့်ဆုံးသို့ သွားသော အမှတ်နေရာသည် လိုင်နာ(သို့) ဆလင်ဒါအတွင်း ပွန်းစားမှုအများဆုံးဖြစ်သည်။ အဆိုပါပွန်းစားမှုသည် အောက်ဘက်သို့ ဆင်းလေလေ နည်းသွားလေဖြစ်သည်။ သို့ရာတွင် Inlet port, Exhaust port များအနီးတွင် ပွန်းစားမှု ပြန်များ လာပြန်သည်။




*Cylinder liner wear pattern*




*Cylinder liner for two-stroke engine (Sulzer)*

၁၂၉။ အထက်ဖော်ပြပါနေရာတွင်ပွန်းစားမှုဘာကြောင့်အများဆုံးဖြစ်ရပါသလဲ။

- Top ring ၏အထက်တွင် gas pressure အမြင့်ဆုံးဖြစ်ခြင်း
- အပူဆုံးနေရာဖြစ်ခြင်း (hottest region)
- ဝန်အားနှင့် အပူချိန် အမြင့်ဆုံးဖြစ်နေသည့်အတွက် ချောဆီအလွှာ၏အထု အလွန်ပါးသွားခြင်း (သို့) ပျက်စီးသွားခြင်း
- အဆိုပါ နေရာအရောက်တွင် ပစ်စတင်ရင်းဂ် သည် ရုတ်တရက် လားရာပြောင်းလဲလေ့ရှိခြင်း
- အက်စစ်ကြောင့် ပွန်းစားမှုကို ခံရနိုင်ဖွယ် အမြင့်ဆုံး နေရာဖြစ်နေခြင်း - တို့ကြောင့် ဖြစ်ပါသည်။

၁၃၀။ Ports နေရာတဝိုက်မှာလည်းဘာကြောင့်ပွန်းစားမှုမြင့်ရပါသလဲ။

Exhaust port ကိုဖြတ်ပြီး hot gases တွေဖြတ်သွားပါတယ် သူတို့က ချောဆီတွေကို burn out လောင်ကျွမ်း စေနိုင်ပါ တယ်။ Inlet port ကိုဖြတ်ပြီး scavenge air တွေဝင်လာပါတယ်။ သူတို့ထဲမှာလည်း ရေငွေ့အနည်းနဲ့အများပါပါတယ်။ သူတို့ကလည်း ချောဆီတွေကို ဖယ်ရှားမှု wash off ပြုလုပ်ပါတယ်။ အဲဒီနေရာတွေတစ်ဝိုက်မှာ ချောဆီလုံလောက်မှုနည်းလို့ ပွန်းစားမှုမြင့်ရပါတယ်။

၁၃၁။ Liner ပွန်းစားမှုအနည်းဆုံးဖြစ်အောင် ထိန်းသိမ်းရမည့် အချက်များကိုဖော်ပြပါ။

- အမျိုးအစားကောင်းမွန်သော၊ သင့်လျော်သော TBN ရှိသည့် ဆလင်ဒါအိုင်းလ် ကိုသုံးရမည်
- ပွန်းစားမှုကို ခံနိုင်ရည်ရှိသော Vanadium, Chromium, Titanium အစရှိသော သတ္တုများကို လိုင်နာပြုလုပ်ရာ တွင် မှန်ကန်သောအချိုးအဆဖြင့် ရောစပ်အသုံးပြုခြင်း၊ (သို့) လိုင်နာမျက်နှာပြင် တွင် ကရုမ်းအလွှာဖုံးအုပ်ထားခြင်း (chrome plated)
- ဆီ မီးလောင်ပေါက်ကွဲမှု ကောင်းမွန်စေရန် (Complete combustion) လောင်စာဆီ နှင့် ပတ်သက်ပြီး သင့်လျော်ကောင်းမွန်သော ဆီကိုသုံးခြင်း၊ ဆီအား သန့်စင်မှုကို စနစ်တကျပြုလုပ်ခြင်း၊ ဆီ၏ အပူချိန်ကို သတ်မှတ်ချက်နှင့်အညီ ချိန်ညှိထိန်းသိမ်းထားခြင်း၊ လောင်စာဆီ ပေးပို့သည့် တိုင်မင် မှန်ကန်အောင် ချိန်ထားခြင်း Fuel timing၊ ဖြူရယ်ဗားFuel valve ကိုလည်းစနစ်တကျ စစ်ဆေး ထိန်းသိမ်းမှုပြုထားခြင်း Fuel valve maintenance၊
- Acid dew point and Condensation of acid ကိုမဖြစ်ပေါ်စေရန် Jacket water temperature ကို လက်တွေ့အနေအထားအရ သင့်လျော်သည့် အပူချိန် အမြင့်ဆုံးတွင်ထိန်းထားခြင်း
- ဆလင်ဒါအိုင်း cylinder oil ပေးပို့မှုကို အသင့်လျော်ဆုံး အနေအထားတွင် ထိန်းသိမ်းထားခြင်း။

၁၃၂။ Liner Crack ဖြစ်စေသောအကြောင်းရင်းများကိုဖော်ပြပါ။

- Thermal stress: due to rapid warming up or cooling down of jacket temperature
  အင်ဂျင်ကို မမောင်းမီ တဖြည်းဖြည်းခြင်း အပူချိန်တင်ပေးခြင်း (သို့) အင်ဂျင် ရပ်ပြီးနောက် တဖြည်းဖြည်း ခြင်းအအေးခံခြင်းပြုလုပ်ရပါမည်။ ၎င်းတို့ကို လျင်မြန်စွာ ပြုလုပ်ခြင်းကြောင့် ကြီးမားသည့်အင်ဂျင်၏သတ္တုအစိတ်အပိုင်းများအတွင်း (ဥပမာ) လိုင်နာတွင် thermal stress ဖြစ်ပေါ်ပါသည်။ ၎င်းကြောင့် လိုင်နာ အက်ကွဲမှုဖြစ်စေနိုင်ပါသည်။
- Insufficient cooling
  အင်ဂျင်မောင်းနှင်နေစဉ်အတွင်း အအေးခံမှု မလုံလောက်၍ ဖြစ်ပါသည်
- Over tightening of cylinder cover nuts
  ဆလင်ဒါလိုင်နာကို တပ်ဆင်ရာတွင် တင်းကြပ်မှု လိုသည်ထက်များသွားခြင်း
- Effect of scavenge fire
  Scavenge fire ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ခြင်း၏နောက်ဆက်တွဲအဖြစ် လိုင်နာကွဲအက်ခြင်း
- Misalignment of liner and piston, excessive worn out
  လိုင်နာနှင့် ပစ်စတင်အကြား အလိုင်းမန့်တ် လွဲနေခြင်း။ ပွန်းစားမှုများလွန်းခြင်း

- Improper fitting of liner လိုင်နာကိုတပ်ဆင်ရာတွင် လွဲချော်မှုရှိခဲ့ခြင်း
- Design fault or material fault ဒီဇိုင်းမှားခြင်း (သို့) သတ္တုသား မကောင်းခြင်း
- Loosen tie bolt or foundation chocks cause the hoop stress on liner
- Tie bolt နှင့် foundation chock များ ချောင်နေသည့်အတွက် လိုင်နာတွင် hoop stress ဖြစ်ပေါ်ခြင်း
- Very high injection viscosity
- Fuel valve မှ combustion chamber အတွင်းသို့ဝင်လာသော fuel viscosity မြင့်လွန်းခြင်း

၁၃၃။ သင်္ဘောမောင်းနေစဉ် Liner Crack ဖြစ်လျှင် မည်သို့ သိနိုင်ပါသလဲ။

- Jacket water system တွင် pressure ဖိအားပြောင်းလဲမှုများမည်။ ပန့် လေစိ နေပြီး air in the system ပရက်ရှာမရဖြစ်နေတတ်သည်။ အပူချိန်လည်း လိုက်တက်လာမည်။
- Scavenge drain ဖွင့်လိုက်လျှင် ရေထွက်လာမည်၊ Indicator cock ဖွင့်လိုက်လျှင်လည်း ရေထွက် လာနိုင်သည်။
- သက်ဆိုင်ရာယူနစ်တွင် overload ဖြစ်နေမည်။ exhaust temp & jacket temp တက်နေမည်။
- expansion tank တွင် foaming ဖြစ်မည်။
- မှတ်ချက်။ လိုင်နာကွဲတာလား၊ ဟက်ဒ် ကွဲတာလား သေချာစစ်ပါ။

၁၃၄။ လိုင်နာမကွဲအောင် မည်သို့ ကြိုတင်ကာကွယ်မည်နည်း။

- maker ပေးထားသော torque wrench or hydraulic tightening tools တို့ကို အသုံးပြုရမည်
- Jacket cooling water ကို ပေးထားသော အပူချိန် အတွင်း ချိန်ညှိထိန်းသိမ်းထားမည်
- အင်ဂျင်၏အပူချိန်၊ ဖိအားများအားလုံးကို သေချာစစ်ဆေးပြီး ပုံမှန်အတိုင်းဖြစ်အောင် ထိန်းထားမည်
- လိုင်နာပွန်းစားမှုသည် အချင်း၏ ၀.၇% ဝန်းကျင်ရောက်လျှင် (သို့) သတ်မှတ်ချက်ထက် ကျော်လျှင် လဲမည်။
- ME warming up & warming down သေချာပြုလုပ်မည်။

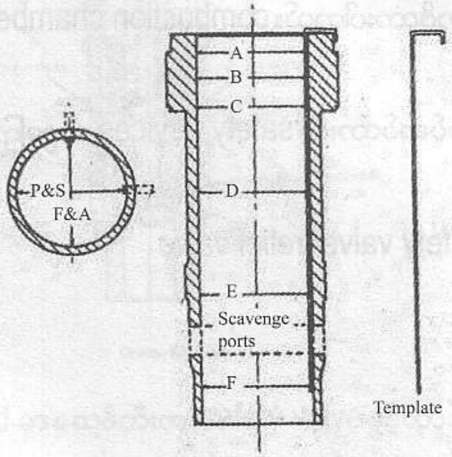
၁၃၅။ Liner & piston ring အလွန်အကျွံစားမှုကြောင့် နောက်ဆက်တွဲဘာတွေဖြစ်နိုင်လဲ။

- Two stroke engine တွေမှာ blow pass ဖြစ်ပြီး scavenge fire ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်ပါတယ်

- Four stroke engine တွေမှာ blow pass ဖြစ်ပြီး crankcase explosion ဖြစ်ပေါ်စေနိုင်ပါတယ်
- လိုင်နာတွေမှာ အပူလွန်ခြင်း၊ လိုင်နာကွဲခြင်း၊ ပစ်စတင်ကွဲခြင်း၊ လိုင်နာနှင့် ပစ်စတင် seizure ဖြစ်ခြင်း
- ယူနစ်တစ်ခုချင်းဆီကထွက်တဲ့ပါဝါမတူတဲ့အတွက် engine power unblance ဖြစ်ခြင်း
- တာဘိုချာဂျာဆာဂျင်း turbocharger surging ဖြစ်ပေါ်ခြင်း

၁၃၆။ Liner ပွန်းစားမှုတိုင်းတာပုံကို ရှင်းပြပါ။

ပစ်စတင်ကိုထုတ်ပြီး အကြီးစားပြုပြင်ထိန်းသိမ်းမှုပြုသည့်အခါတိုင်း လိုင်နာကို တိုင်းတာရပါမည်။ တိုင်းတာရရှိသည့် တန်ဖိုးများကို မှတ်သားထားရပါမည်။ ယခင်အကြိမ်နှင့်နှိုင်းယှဉ်ပြီး လိုင်နာ၏ပွန်းစားမှုအခြေအနေကို အကဲဖြတ်နိုင်သကဲ့သို့ နောင်တိုင်းတာသည့် တန်ဖိုးနှင့်လည်း နှိုင်းယှဉ်နိုင်ပါသည်။ အင်ဂျင်တည်ဆောက်သူမှ ပေးထားသည့် ပွန်းစားမှုကန့်သတ်ချက် wear limit အတွင်း ရှိမရှိလည်း စစ်ဆေး ရပါမည်။




*Gauging a cylinder liner*

- တိုင်းတာရာတွင် Template or Measuring gauge နှင့် Inside micrometer ကိုအသုံးပြုပါသည်။
- Longitudinal direction to engine axis အတိုင်း အရှေ့နှင့် အနောက် Fore & Aft တိုင်းတာရပါမည်။

- Transversal direction to engine axis ကန့်လန့်ဖြတ်အတိုင်း ဘယ် နှင့် ညာ Port & Starboard တိုင်းတာရပါမည်။
- တိုင်းတာရရှိသည့်တန်ဖိုးများကိုနှိုင်းယှဉ်နိုင်ရန် တူညီသောနေရာများတွင် အမြဲတမ်း တိုင်းရပါမည်။
- ယင်းသို့ဖြစ်စေရန် အပေါက်ပါသောtemplate or measuring gaugeကိုသုံးရခြင်းဖြစ်ပါသည်။
- အပေါက်များသည် ပွန်းစားမှုများသည့် အပေါ်ပိုင်းတွင် ခပ်စိတ်စိတ်ဖောက်ထားပါသည်။
- လိုင်နာမျက်နှာပြင်၏ ထိပ်ပိုင်းတွင် အထစ်ဖြစ်နေပါက ပစ်စတင်ရင်းဂ် အလုပ် လုပ်နေသည့် မျက်နှာပြင် အနေအထားကို ထိခိုက်မှုမရှိစေရန် သတိပြုပြီး ၎င်းကို ဖယ်ရှားပါ။

၁၃၇။ Liner ပွန်းစားမှု ကန့်သတ်ချက်များကို ပြောပြပါ။

ယေဘုယျအားဖြင့် လိုင်နာအချင်း diameter of liner ၏၁% ဟုသတ်မှတ်ပါသည်။ အချို့အင်ဂျင်များတွင် ၀.၇% ရှိသည်။ Engine Instruction manual ကိုဖတ်ရှုခြင်းသည် အကောင်းဆုံးဖြစ်ပါသည်။

၁၃၈။ Cylinder Cover or Cylinder Head ဆိုတာဘာလဲ။

သူဟာ လိုင်နာကို အပေါ်ကဖိထားပါတယ်။ combustion chamber ရဲ့အပေါ်ပိုင်းဖြစ်ပါတယ်။

၁၃၉။ Cylinder Head မှာတပ်ဆင်ထားတဲ့ safety devices တွေပြောပြပါ။

- Indicator cock
- Cylinder head safety valve/ relief valve
- Safety cap
- Flame trap
- Thermometer

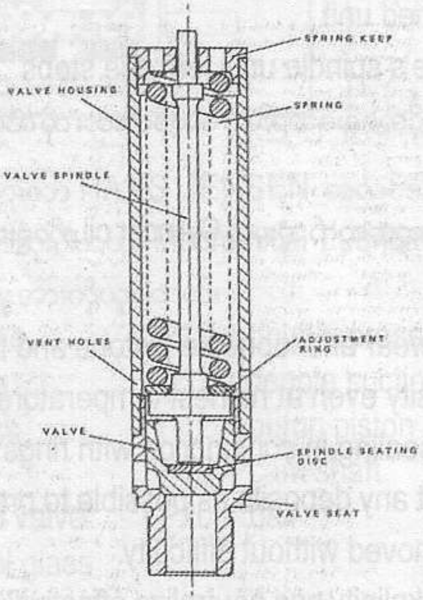
၁၄၀။ Cylinder head overhaul လုပ်တဲ့အခါ ဘာတွေစစ်မလဲ။

- Combustion space မျက်နှာပြင်ကို crack, burning ဖြစ်မဖြစ် သေချာကြည့်ရှုစစ်ဆေးပါ။
- Jacket cooling space of Head အတွင်း ညစ်ပတ်ပိတ်ဆို့နေခြင်းရှိမရှိစစ်ဆေးပါ။
- Gasket အထိုင်နေရာမျက်နှာပြင်ညီညာကောင်းမွန်မှုရှိမရှိစစ်ဆေးပါ။
- Cooling water O' rings များကို စစ်ဆေးပြီး လိုအပ်လျှင်လဲပါ။

- Distortion ပုံပျက်နေမှုများရှိမရှိသေချာကြည့်ပါ။
- အက်ကြောင်းဟုသံသယရှိပါက dye penetrant ဖြင့်စမ်းပါ။ Hydraulic test (7bar) ဖြင့်လည်း အက်ခြင်း၊ ကွဲခြင်း၊ ယိုစိမ့်ခြင်းရှိမရှိစစ်ပါ။
- Pocket & apertures များကို သေချာသန့်ရှင်းပြီး၊ လိုအပ်သလို အထိုင်ညီအောင်စားပေးပါ။

၁၄၁။ Cylinder head safety valve/ relief valve ဆိုတာဘာလဲ။

ဆလင်ဒါအတွင်းမှာအလွန်အကျွံဖိအားများတာကို ကာကွယ်ဖို့အတွက်ဖြစ်ပါတယ်။ ဆလင်ဒါအတွင်း ပုံမှန်အလုပ်လုပ်နေတဲ့ဖိအားထက် ၂၀ - ၃၀% ပိုလာခဲ့ရင် အဲဒီဗားပွင့်ပြီး ဖိအားကိုလျှော့ချလိုက်ပါတယ်။




Cylinder relief valve

၁၄၂။ Manoeuvring period မှာ ဆေ့ဖ်တီးဗား safety valve ပွင့်တာဘာကြောင့်လဲ။

- Incomplete combustion (remaining fuel in combustion chamber)
- Fuel valve dribbling
- Incorrect timing of fuel pump
- Fuel lever moved too far
- Incorrect governor setting

၁၄၃။ သင်္ဘောမောင်းနေစဉ် ဆေ့ဖ်တီးဗား safety valve ပွင့်တာဘာကြောင့်လဲ။

- Incorrect fuel pump timing
- Safety valve seat worn out or foreign subjects on valve seat
- Safety valve spring broken
- Incorrect camshaft timing, chaing breakage or governor fault in heavy sea

၁၄၄။ Safety valve မောင်းနေစဉ်ပွင့်ရင်ဘာလုပ်မလဲ။

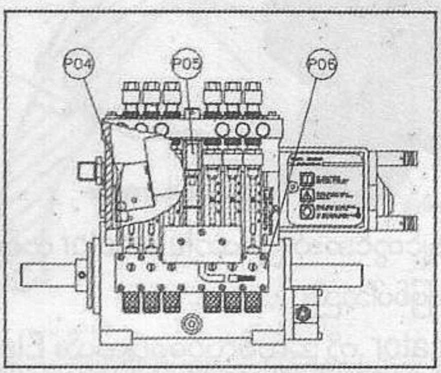
- Inform bridge & reduce engine speed
- Cut out fuel to concerned unit
- Rotate the safety valve's spindle until leakage stops

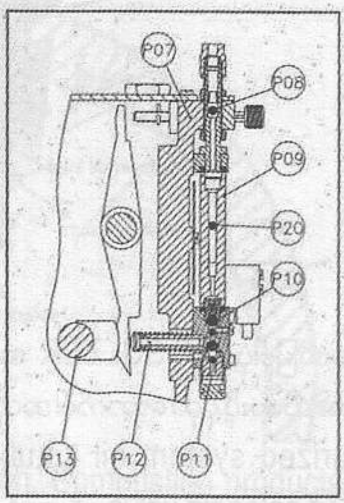
မှတ်ချက်။ ဆက်ပွင့်နေလျှင် အခွင့်အရေးရသည်နှင့် ဆေ့ဖ်တီးဗား ကို လဲပါ။

၁၄၅။ Heavy fuel oil သုံးတဲ့အင်ဂျင်တွေအတွက် သုံးမယ့် Cylinder oil ကိုရွေးချယ်ရင် ဘယ်အချက်တွေကို အခြေခံပြီး ရွေးမှာလဲ။

- To minimize frictional wear and lubricate pistons and liners
- To sustain good viscosity even at highest temperature
- To form effective gas sealing in conjunction with rings
- To burn cleanly without any deposits as possible to prevent RZD. Its sludge should be soft and removed without difficulty.
- To provide adequate alkalinity and neutralize effectively the corrosive effects of poor fuels. (TBN 70-80)
- To provide adequate spreadibility to distribute oil in cylinder.
- Detergency/Dispersancy properties.
- Oxidation stability
- Corrosion resistance

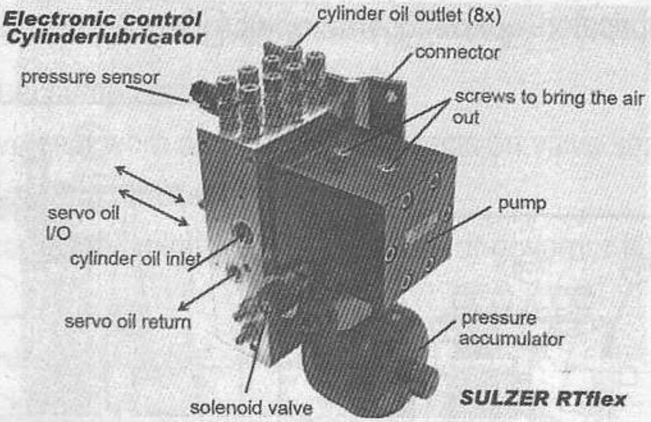
၁၄၆။ Cylinder Lubricators များအကြောင်း အကျဉ်းရှင်းပြပါ။



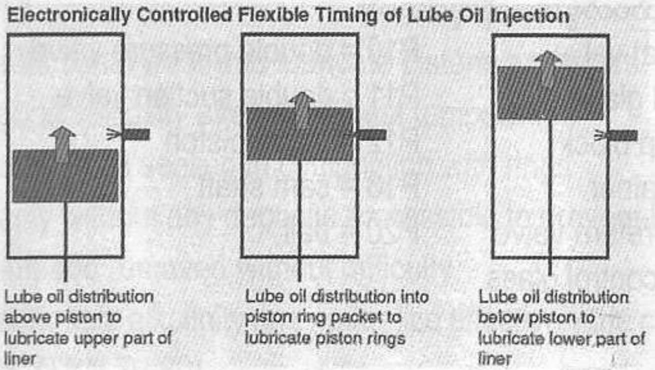

အထက်မှာဖော်ပြထားတာ HANS JENSEN ဆလင်ဒါလူဘရီကေတာ ဖြစ်ပါတယ်။ B&W MC egines အချို့မှာသုံးပါတယ်။ Mechanical Lubricator ဖြစ်ပါတယ်။ အင်ဂျင် Camshaft မှတစ်ဆင့်လည်ပတ်မှု အားကိုယူပါတယ်။

P04 = a float valve
P05 = level glass
P06 = pump block
P07 = container
P08 = non-return valve
P09 = ball control glass
P10 = double pressure valve
P11 = double suction valve
P12 = pump piston
P13 = cam shaft
P20 = ball




အထက်ဖော်ပြပါပုံသည် SULZER အင်ဂျင်တွင်အသုံးပြုသောlubricator တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။ ၎င်းစနစ် ၏ ဆီပေးပို့ ပုံမှာ အောက်ပါ အတိုင်းဖြစ်ပါသည်။

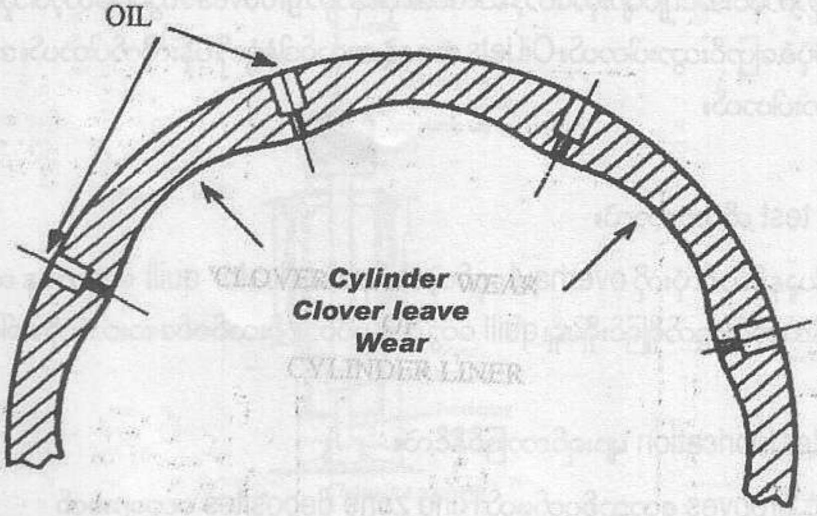
Pressurized system oil နဲ့ Lubricator ကို အလုပ်လုပ်စေပါတယ်။ Electronically controlled solenoid valve ကို အသုံးပြုပါတယ်။ B&W new model engines တွေမှာလည်း အထက်ပါစနစ်နဲ့ဆင်တူတဲ့ Alpha cylinder lubrication system ဆိုတာကိုပြောင်းလဲ အသုံးပြုလာတာ ကို တွေ့ရပါတယ်။




၁၄၇။ Clover leaf pattern ဆိုတာဘာလဲ။

ဆလင်ဒါအတွင်းလဲ cylinder oil က quill တပ်ဆင်ထားတဲ့နေရာကပဲ ဆလင်ဒါအတွင်းကို ဝင်ပါတယ်။ သူနဲ့ ဝေးတဲ့နေရာမှာ ဆီနည်းပြီး ဆီငတ်နိုင်ပါတယ်။

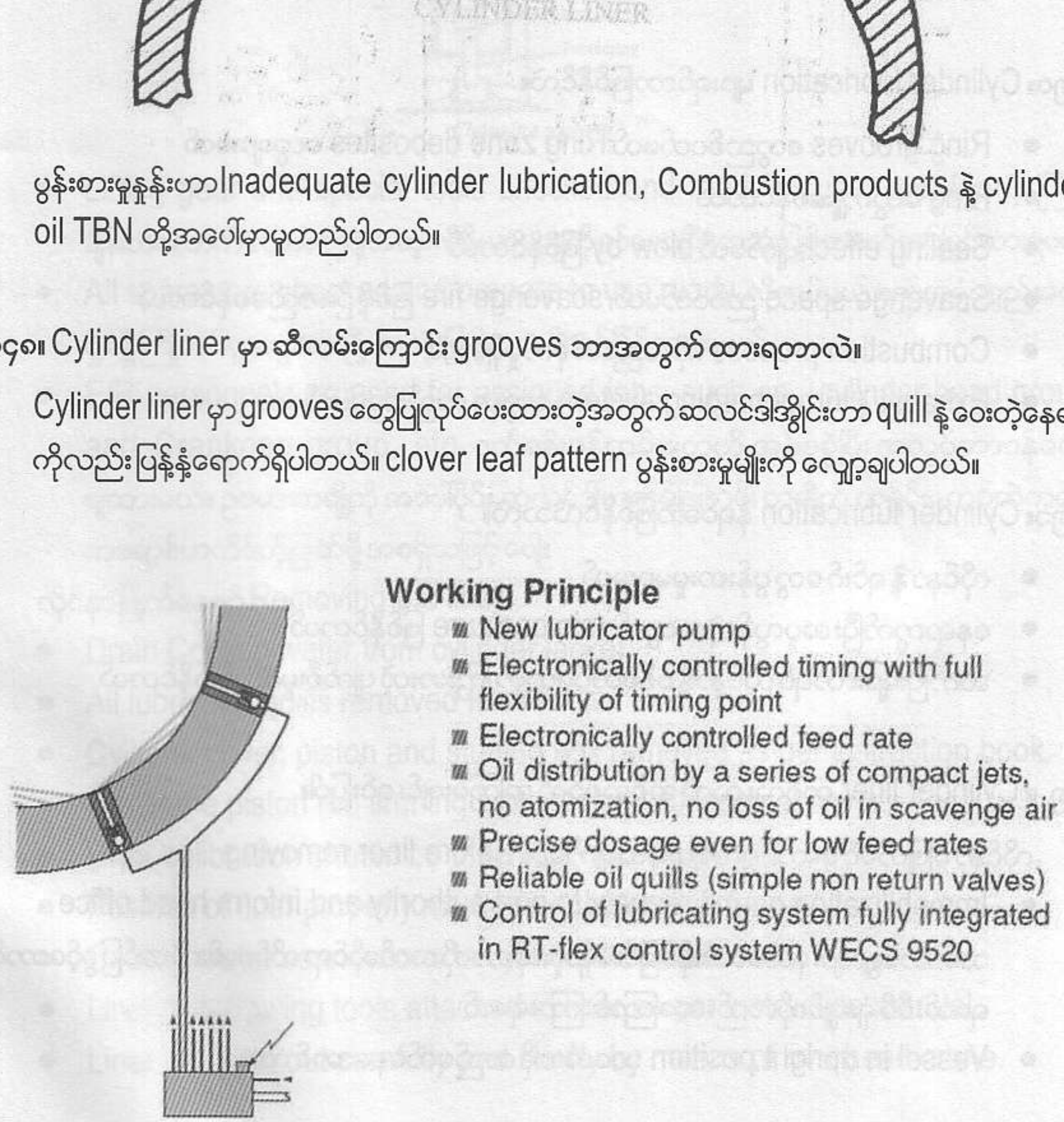
quill နဲ့ဝေးတဲ့နေရာမှာ ချောဆီနည်းတဲ့အတွက် ပွန်းစားမှုများပြီး quill နဲ့ နီးတဲ့နေရာမှာတော့ ချောဆီ လုံလောက်တဲ့ အတွက် ပွန်းစားမှုနည်းတယ်။ အဲဒါကြောင့် quill တွေရဲ့ကြား လိုင်နာမျက်နှာပြင်မှာ မညီညာတဲ့ ဒေါင်လိုက် ပွန်းစားမှုမျိုးတွေ ဖြစ်ပေါ်လာတာကိုခေါ်ပါတယ်။




ပွန်းစားမှုနှုန်းဟာInadequate cylinder lubrication, Combustion products နဲ့ cylinder oil TBN တို့အပေါ်မှာမူတည်ပါတယ်။

၁၄၈။ Cylinder liner မှာ ဆီလမ်းကြောင်း grooves ဘာအတွက် ထားရတာလဲ။

Cylinder liner မှာ grooves တွေပြုလုပ်ပေးထားတဲ့အတွက် ဆလင်ဒါအွိုင်းဟာ quill နဲ့ ဝေးတဲ့နေရာကိုလည်း ပြန့်နှံ့ရောက်ရှိပါတယ်။ clover leaf pattern ပွန်းစားမှုမျိုးကို လျှော့ချပါတယ်။



ဒါပေမဲ့ နောက်ပိုင်းအင်ဂျင်များမှာတော့ ဆလင်ဒါလိုင်နာမှာ grooves တွေမပါတော့ပါဘူး။ quill ကနေ ဆီပေးတဲ့ပုံစံ ပြောင်းသွားပါတယ်။ Oil jets အနေနဲ့ ဆလင်ဒါနံရံကို ပန်းလိုက်ပါတယ်။ အထက်ပါပုံမှာ ဖော်ပြထားပါတယ်။

၁၄၉။ Bleed test ဆိုတာဘာလဲ။

ဆလင်ဒါယူနစ်တစ်လုံးကို overhaul လုပ်တဲ့အခါမှာ lubricator quill တွေကနေ ဆလင်ဒါအတွင်း တွေ ပုံမှန်အတိုင်းထွက်ရှိခြင်းရှိမရှိ၊ quill တွေ ပိတ် မပိတ် စမ်းသပ်စစ်ဆေးတာကို ခေါ်ပါတယ်။

၁၅၀။ Cylinder lubrication များရင်ဘာဖြစ်နိုင်လဲ။

- Ring grooves တွေညစ်ပတ်မယ် Ring zone deposites တွေများမယ်
- Ring တွေကျိုးစေနိုင်တယ်
- Sealing effect ပျက်မယ် blow by ဖြစ်နိုင်တယ်
- Scavenge space ညစ်ပတ်မယ်၊ scavenge fire ဖြစ်ဖို့ဦးတည်စေနိုင်တယ်
- Combustion process ကိုလည်း ထိခိုက်မှုရှိတယ်
- Exhaust နဲ့ turbocharging system တွေမှာ လည်းညစ်ပတ်မယ်

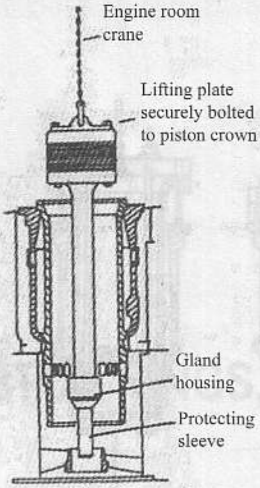
၁၅၁။ Cylinder lubrication နဲရင်ဘာဖြစ်နိုင်လဲသလဲ။

- လိုင်နာ နဲ့ ရင်းဂ် တွေ ပွန်းစားမှုများမယ်
- နေရာကွက်ပြီး အပူလွန်တဲ့အတွက် microseizure ဖြစ်နိုင်တယ်
- ဆက်ပြီးများလာရင် လိုင်နာနဲ့ ပစ်စတင်တွေမှာ ကြီးမားတဲ့ ပျက်စီးမှုတွေဖြစ်နိုင်တယ်

၁၅၂။ Cylinder liner တစ်လုံး လဲတဲ့ အစီအစဉ်ကို အကြမ်းဖျင်း ရှင်းပြပါ။

လိုင်နာ မဖြုတ်ခင် ဆောင်ရွက်ရမည့်အချက်များ Before liner removing

- Immobilization permit request to port authority and inform head office
  သင်္ဘောရွေ့လျား ခုတ်မောင်းနိုင်ခြင်း မရှိဘူးဆိုတာကို သက်ဆိုင်ရာ ဆိပ်ကမ်းကိုတင်ပြခွင့်တောင်း ရမယ်၊ မိမိ ရုံးချုပ်ကိုလည်း အကြောင်းကြားရမယ်
- Vessel in upright position သင်္ဘောကို တည့်မတ်နေအောင် ထားရမယ်

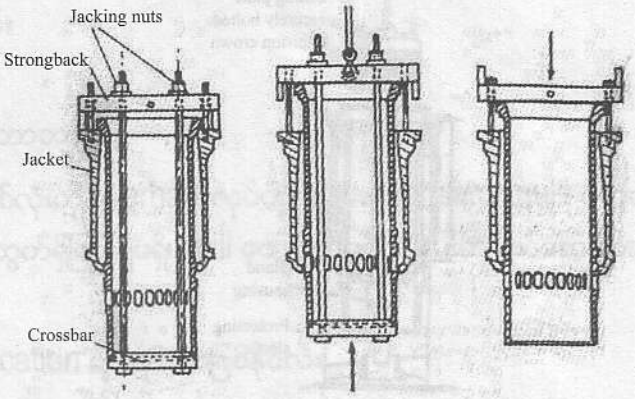


*Changing a piston*

- Lifting gear and special tools checked and ready to use. အသုံးပြုမယ့်၊ ကြိုး၊ ချိန်းဘလောက်စတာတွေနဲ့ အထူးကိရိယာတွေကိုစစ်ဆေးပြီး၊ အသုံးပြုဖို့အဆင်သင့်ပြင်ထားရမယ်
- All spares are checked and prepare to use ready. လိုအပ်မယ့် စက်အရံပစ္စည်းတွေ ရှိမရှိ ကြိုတင်ရှာဖွေထားပြီး အသုံးပြုဖို့အဆင်သင့်ပြင်ထားရမယ်
- E/R personnels grouped for assigned jobs, such as , cylinder head group and Crankcae group, etc. စက်ခန်းဝန်ထမ်းတွေကို အုပ်စုခွဲပြီး အလုပ်တာဝန်တွေ ချထားမယ်။ ဥပမာ တချို့ကို အပေါ်ပိုင်း ဆလင်ဒါဟက်ဒ်ဖြုတ်ဖို့၊ တချို့ကို ကရိုင်းကေ့စ်ထဲကနေ ကရော့စ်ဟက်ဒ်ကိုဖြုတ်ဖို့ အစရှိသဖြင့် ပေါ့။

လိုင်နာ ဖြုတ်နေစဉ် Removing the liner

- Drain Cooling water from cylinder jacket
- All lubricator quills removed from liner.
- Cylinder cover, piston and stuffing box removed as per instruction book.
- Cover the piston rod stuffing box seating with special cover.
- Liner calibration should be taken if it is to be reused.
- Position of liner properly marked on the engine frame.
- Cooling water connections to cylinder head removed.
- Liner withdrawing tools attached to liner as per instruction manual.
- Liner is drawn out carefully and slowly by means of overhead crane.




*Changing a cylinder liner*

လိုင်နာပြန်တပ်ဆင်ခြင်း Refitting

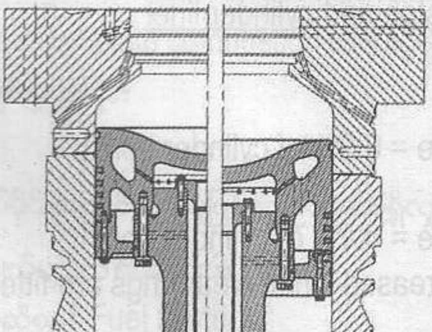
- Old liner to be cleaned thoroughly, if you want to reuse. Using a grind machine, remove the wear ridges at the top and bottom of the cylinder liner (where the piston rings reverse direction), so that a smooth transition is formed.
- Landing surface of quills checked for damage and carbon deposits on oil holes should be cleaned.
- Rubber seal rings' grooves cleaned with care.
- Inside jacket surface cleaned and painted with anti corrosive paint.
- If you want to change new liner, it must be measured and cleaned before fitting.
- New liner is to be lowered down into position without sealing rings to ensure correct size. If it is satisfied, liner can be fitted in position with seal rings.
- Apply a little lubricating oil on the seal rings and coat the joint surfaces with permatex or a similar sealing compound.
- Rubber sealing rings should grip firmly around liner.
- In case of new liner, new piston rings must be used.
- Air bleed should be done from cylinder lubrication system.
- All running in procedures to be carried out as per maker's instruction.

# 9. PISTON, PISTON RINGS, STUFFING BOX

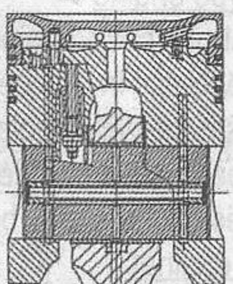
၁၅၃။ Function of Piston ကိုပြောပြပါ။

Combustion chamber ရဲ့အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုအဖြစ်ဆောင်ရွက်ပါတယ်။ Combustion chamber မှာဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ပါဝါကို ပစ်စတင်ရော့ဒ် piston rod ကွန်နက်တင်းရော့ဒ် connecting rod မှတစ်ဆင့် ကရိုင်းရှပ် crankshaft ကို ပို့ပေးပြီး လည်ပတ်စေပါတယ်။

၁၅၄။ Two stroke engine & four stroke engine pistons ပုံများကို ဖော်ပြပါ။



*Piston/ring pack assembly MC vs MC-C engines*




*Two-part stripped boss piston of PC2-6B engine.*

၁၅၅။ ပစ်စတင်များ၏ထိပ်ပိုင်း (piston crown) ကိုအချိုင့် concave (သို့) အခုံး convex ပြုလုပ်ထားတာ ဘာကြောင့်လဲ။

ပစ်စတင်ထိပ်ပိုင်းမျက်နှာပြင် ကိုပြင်ညီ flat မဟုတ်ဘဲ concave or convex ပြုလုပ်ထားတဲ့အတွက် combustion pressure ကို self support ဖြစ်ပါတယ်။ fatigue stress ကိုလည်းလျှော့ချပါတယ်။

၁၅၆။ Four stroke engines တွေမှာ ပစ်စတင်အောက်ပိုင်းကို နည်းနည်းပိုရှည်ထားတဲ့ (trunk) လို့ခေါ်တဲ့ အစိတ်အပိုင်းဟာဘာအတွက်လဲ။

သူဟာ cross head ကဲ့သို့ဆောင်ရွက်ပါတယ်။ ကွန်နက်တင်းရော့ဒ်ရဲ့ angularity ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့ တွန်းအား thrust ကို ဆလင်ဒါလိုင်နာ ဆီကို ပို့ပေးပါတယ်။

၁၅၇။ တချို့ပစ်စတင်တွေမှာ ပစ်စတင်ပတ်ပတ်လည်ကို အမျိုးအစားမတူတဲ့ သတ္တုကွင်းတစ်ခု ထည့်ထားတတ်တယ်၊ ဘာလို့ခေါ်လဲ၊ ဘာအတွက်လဲ။

သူ့ကို wear rings or rubbing bands လို့ခေါ်ပါတယ်။ များသောအားဖြင့် bronze alloy ဖြစ်ပြီး၊ Heavy fuel သုံးတဲ့အင်ဂျင်တွေမှာတော့ steel or special cast iron သုံးတတ်ပါတယ်။ သူ့ကိုတပ်ဆင်ရတဲ့ရည်ရွယ်ချက် နှစ်မျိုးရှိပါတယ်။ (၁) ပွတ်မှုအားနည်းတဲ့ မျက်နှာပြင်တစ်ခု အဖြစ်ထည့်ပေးထားခြင်း (၂) ပူနေတဲ့ပစ်စတင်ရဲ့အပေါ်ပိုင်းဘေးနံရံတွေ ကို လိုင်နာရဲ့အလုပ်လုပ်တဲ့ မျက်နှာပြင် နဲ့မထိအောင် ကာကွယ်ပေးထားခြင်း တို့ဖြစ်ပါတယ်။

၁၅၈။ ပစ်စတင်နဲ့ ဆလင်ဒါကြားမှာ ရှိတဲ့ ကြားလွတ်အကွာအဝေးတန်ဖိုးများကို ပြောပြပါ။

<u>Diametrical clearances between piston and cylinder liner</u>

<u>Crosshead type engine</u>

(a) Two stroke cycle engine

Piston clearance in cylinder bore = 0.2% of cylinder bore

(b) Four stroke cycle engine

Piston clearance in cylinder bore = 0.1% of cylinder bore

Note: These figures may be increased when wear rings are fitted.

<u>Trunk piston engines</u>

(a) Cast iron piston

Piston clearance in cylinder bore= 0.4-0.5% of cylinder bore (upper part)

= 0.1-0.125% of cylinder bore (skirt top)
= 0.075 %of cylinder bore (skirt bottom)

(b) Aluminium alloy piston

Piston clearance in cylinder bore = 0.8-1% of cylinder bore (upper part)
= 0.3-0.375% of cylinder bore (skirt top)
= 0.15 %of cylinder bore (skirt bottom)

အထက်ဖော်ပြပါ အချက်အလက်များသည် အင်ဂျင် အများစုတွင် တွေ့ရတတ်သော အချက်အလက်များဖြစ်ပါသည်။ တန်ဖိုး ကွဲပြားမှုများသည့် အင်ဂျင်များလည်း ရှိနိုင်ပါသည်။ မည်သို့ပင်ဖြစ်စေ engine builder's recommendations များကို အလေးထားဆောင်ရွက်ရန်မမေ့ပါနှင့်။

၁၅၉။ ပစ်စတင်ထိပ်ပိုင်း အက်ရခြင်း၊ လောင်ကျွမ်းရခြင်း အကြောင်းများကို ပြောပြပါ။

ပစ်စတင် ထိပ်ပိုင်းမှာဖြစ်လေ့ရှိတဲ့ အက်ကြောင်းဟာများသောအားဖြင့် ကြယ် ပုံသဏ္ဍာန်ဖြစ်ပြီး အောက်မှာဖော် ပြထား တဲ့ အချက်တွေထဲက တစ်ခုခုကြောင့်ဖြစ်ပါတယ်။

- Unsuitable material မသင့်လျော်သော သတ္တုအမျိုးအစားအသုံးပြုထားခြင်း
- Excessive scale on cooling space အအေးခံစနစ်ရေများသွားသည့် နေရာများတွင် အနည်အနှစ်များ တင်ကျန်မှုများလွန်းနေခြင်း
- Cavitation erosion ပစ်စတင်မျက်နှာပြင်တွင်အချိုင့်များဖြစ်လာခြင်း
- High coolant temperature အအေးခံစနစ် ရေ၏အပူချိန်မြင့်နေခြင်း
- High water content in fuel လောင်စာဆီအတွင်းရေပါဝင်မှုနှုန်းများနေခြင်း
- Poor atomization ဆီအမှုန်လေးများဖြစ်အောင်ဆောင်ရွက်ရာတွင် အားနည်းနေခြင်း
- Local impingement ဖြူးရယ်ဗားမှ ဆီသည် နေရာတစ်ခုသို့ အမြဲတမ်းလာရောက် ထိမှန်နေခြင်း
- Late and incomplete combustion ဆီပေးပို့ချိန်နောက်ကျခြင်းနှင့်လောင်စာဆီ အကုန်လုံး လောင်ကျွမ်းမှုမရှိခြင်း

၁၆၀။ ပစ်စတင်ထိပ်ပိုင်းလောင်ကျွမ်းမှုဖြစ်သည်ကိုတွေ့ရှိလျှင် မည်သို့ဆောင်ရွက်မည်ကို ရှင်းပြပါ။

အောက်ပါအချက်များကို စစ်ဆေးပါ။

- လောင်စာဆီစနစ် Fuel system
  Fuel timing, Fuel oil temperature, Purification of Fuel oil, Type of fuel oil, Maintenance of fuel valve and fuel pump according to maker instruction

- ဝန်ပိုထမ်းဆောင်နေခြင်း Overload
  Overload or overtorque during bad weather
- အအေးပေးသည့်စနစ်ထိရောက်မှုမရှိခြင်း Lowering of cooling effect
  Cooling passages, deposit under piston crown, cooling medium is maintained in order or not
- လေပေးပို့မှုနည်းနေခြင်း Lack of air
  dirty scavenge air system and exhaust gas system

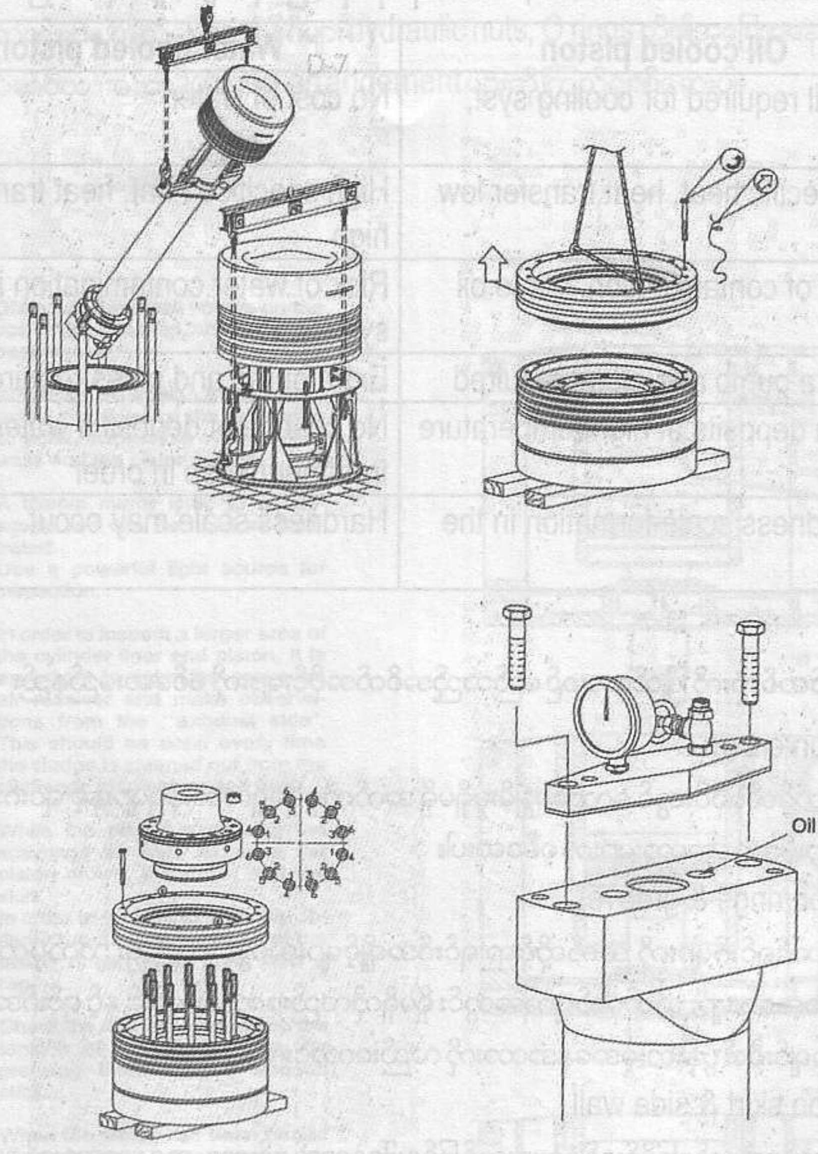
၁၆၁။ Piston seizures ဖြစ်သည့်အကြောင်းများကို ဖော်ပြပါ။

- Blocked coolant supply to piston
  ပစ်စတင်အအေးခံစနစ်သို့သွားသည့်အရည်၏လမ်းကြောင်းပိတ်ဆို့နေခြင်း
- Faulty fuel valve
  ဖြူရယ်ဗား ကောင်းစွာ အလုပ်မလုပ်ခြင်း
- Faulty fuel timing
  လောင်စာဆီပေးပို့သည့် တိုင်မင် မှားနေခြင်း
- Ring damage
  ပစ်စတင်ရင်းဂ် ပျက်စီးခြင်း
- Inadequate Cylinder lubrication
  ဆလင်ဒါလိုင်နာအား ချောဆီပေးပို့သည့်ပမာဏမလုံလောက်ခြင်း

၁၆၂။ Piston overhaul လုပ်ပြီးနောက် pressure test ပြုလုပ်ပုံကို ရှင်းပြပါ။

ပစ်စတင်ကို ဖြုတ်ပြီး အတွင်းအပြင် သန့်ရှင်းရေး သေချာလုပ်ပါ။ လိုအပ်သော အိုရင်းဂ်များကို လဲပါ။ အိုဟာပောလ် ပြုလုပ်ပြီးနောက် ဟိုက်ဒြောလစ် နပ်များကို စနစ်တကျ သတ်မှတ် ဖိအား အတိုင်း တင်းကြပ်ပါ။ ပစ်စတင်ကို ပလက်ဖောင်းပေါ်သို့လှဲချပြီး ပစ်စတင်ရော့ဒ်ရှိ ဆီလိုင်းများမှ ဆီလျှံလာသည်အထိ ဆီဖြည့်ပါ။

သေချာပြုလုပ်ထားသော test flange ကို ပစ်စတင်ရော့ဒ်မှာ တပ်ဆင်ပါ။ ဟိုက်ဒြောလစ် ပန့်တပ်ဆင်ပြီးနောက် လေချူပါ။ ဟိုက်ဒြောလစ် ပရက်ရှာကို ဖြည်းဖြည်းချင်းမြှင့်ပါ။ အလုပ်လုပ်နေစဉ် ရှိသည့်ဖိအားထက် ၁.၅ ဆ ထိ(သို့) ညွှန်ကြားထားသည့် ဖိအားထိ မြှင့်တင်ပါ။ အဆိုပါဖိအားတွင်




၁၀မိနစ်ခန့်ထားပြီး piston crown & piston skirt, piston skirt & piston rod အဆက်များမှ ဆီယိုခြင်းရှိမရှိ ကိုစစ်ဆေးပါ။

၁၆၃။ water cooled and oil cooled piston စနစ်နှစ်ခု၏ခြားနားချက်များကို ဖော်ပြပါ။

| **Oil cooled piston** | **Water cooled piston** |
|---|---|
| More oil required for cooling sys:, costly | No cost of water |
| Low specific heat, heat transfer low | High specifice heat, heat transfer high |
| No risk of contamination, same oil | Risk of water contamination in LO sys. |
| No extra pump and pipes required | Extra pump and pipes required |
| Carbon deposits at high temperature | No chance of deposit if water treatment keep in order |
| No hardness scale formation in the sys. | Hardness scale may occur. |

၁၆၄။ ပစ်စတင်တစ်လုံးကို ဖြုတ်ထားစဉ် မည်သည့်အစိတ်အပိုင်းများကို စစ်ဆေးမည်နည်း

- Piston crown
  ပစ်စတင်ထိပ်ပိုင်းတွင် လောင်ကျွမ်းမှုရှိမရှိ အက်ကွဲမှုရှိမရှိ၊ ဘေးနံရံများနှင့် ရင်းဂ်အချိုင့်များရှိ ပွန်းစားမှုအနေအထားများကို စစ်ဆေးပါ။
- Piston rings & grooves
  ပစ်စတင်ရင်းဂ်များကို သက်ဆိုင်ရာ ရင်းဂ်အချိုင့်များအတွင်းထည့်ပြီး သတ်မှတ် ကြားလွတ် အကွာအဝေးများ သတ်မှတ်ချက်အတွင်း ရှိမရှိကိုလည်းကောင်း၊ ရင်းဂ် နှင့် ရင်းဂ်အချိုင့်တို့အား တစ်ခုချင်းစီ၏ ပွန်းစားမှုအနေအထားကို လည်းကောင်း၊ စစ်ဆေးပါ။
- Piston skirt & side wall
  ပစ်စတင်အောက်ခြေပိုင်းနှင့် နံရံများတွင် ဖြစ်ပေါ်နေသည့် ပွန်းစားမှု အနေအထားကို လည်းကောင်း၊ အပူလွန်လောင် ကျွမ်းမှုရှိမရှိကိုလည်းကောင်းစစ်ဆေးပါ။
- Cooling passages
  ပစ်စတင်အတွင်းပိုင်းရှိ အအေးခံစနစ်အရည် သွားရာလမ်းကြောင်းများတွင် အနည်အနှစ်များ၊ ချေးများရှိမရှိ ပိတ်ဆို့နေခြင်းရှိမရှိ စစ်ဆေးပါ။ လိုအပ်သလို သန့်ရှင်းရေးလုပ်ပါ။
- Locking arrangements

ပစ်စတင်ထိပ်ပိုင်းနှင့် အောက်ပိုင်း၊ ပစ်စတင်အောက်ပိုင်းနှင့် ပစ်စတင်ရော့ဒ်တို့ အကြားရှိ အဆက်များ၊ ဟိုက်ဒြောလစ်နပ်များ hydraulic nuts, O rings တို့၏အခြေအနေနှင့်၎င်းတို့တွင် တပ်ဆင်ထားသော locking arrangement များကို ကြည့်ရှုစစ်ဆေးပါ။

1) Dismount the small covers on the scavenge air boxes, and clean the openings.

2) When the piston has been turned below the level of the scavenge air ports, inspect the cylinder liner walls and the piston crown.

3) A tiltable mirror fixed to a telescopic rod can be used as illustrated.
Use a powerful light source for inspection.

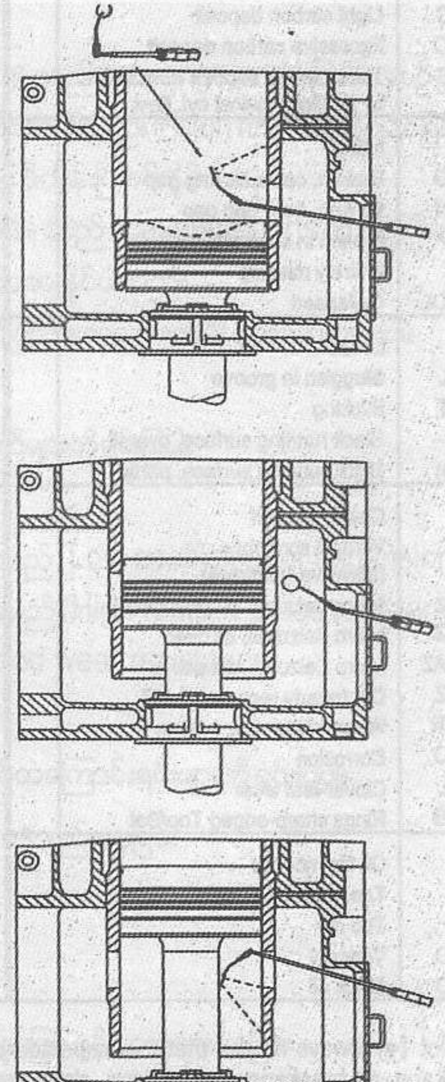
4) In order to inspect a larger area of the cylinder liner and piston, it is expedient to enter the scavenge air receiver and make observations from the "exhaust side". This should be done every time the sludge is cleaned out from the scavenge air receiver and box.

5) While the piston is passing the scavenge air port, examine the piston crown, the rings, and the skirt.
In order to be able to correctly observe the running surfaces of the piston rings, clean them with a rag.

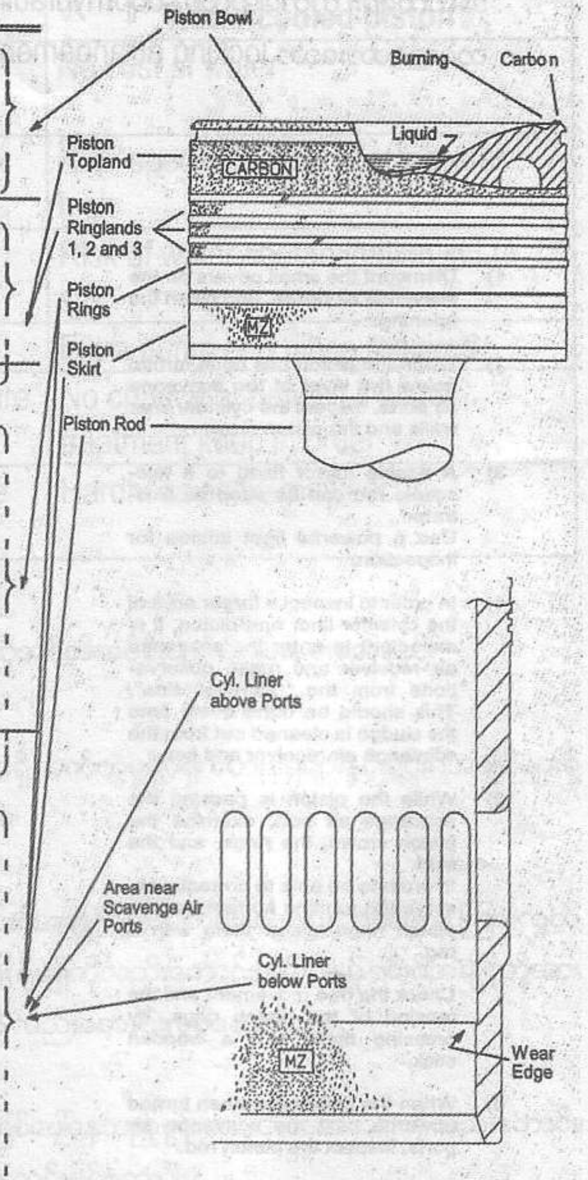
Check the free movement and the tension of the piston rings, by pressing them with a wooden stick.

6) When the piston has been turned upwards past the scavenge air ports, inspect the piston rod.

7) Note down the results on Plate 70702.



| Symbol | Condition of inspected part |
|---|---|
| • | Satisfactory |
| C | Carbon Deposit |
| BU | Burning |
| LO | Leakage Oil |
| LW | Leakage Water |
| • | Satisfactory (no deposits) |
| LC | Light carbon deposit |
| EC | Excessive carbon deposit |
| PC | Thick carbon deposit worn bright by rubbing against cyl. liner |
| • | Intact |
| BO | Broken, opposite ring gap |
| BN | Broken, near ring gap |
| SP | Broken in several pieces |
| M | Entirely missing |
| COL | Collapsed |
| • | Loose |
| SL | Sluggish in groove |
| ST | Sticking |
| B | Black running surface, overall |
| (B) | Black running surface, partly |
| • | Clean, smooth |
| S | Vertical scratches (abrasive (particles) |
| mz | Micro Seizures in spots (local) |
| MZ | Micro Seizures, all over |
| MAZ | Micro Seizures still active |
| OZ | Old (nearly recovered) MZ |
| WR | Wear ridges near bottom |
| CO | Corrosion |
| CL | Clover-leaf wear |
| T/B | Rings sharp-edged Top/Bot |
| • | Oil film normal |
| O | Too much oil |
| D | Too dry |
| DD | Very dry |
| BO | Black oil |




A dot (•) always means that the inspected condition is satisfactory, e.g. small deposits, no leakage, no breakages, no sticking, clean smooth surface, normal oil film, etc. However, this shall be recorded in order to show that the condition has been noted.

၁၆၅။ လိုင်နာ၊ ပစ်စတင် နှင့် ပစ်စတင် ရင်းဂ်များ၏အခြေအနေကို သဘော်ရပ်ထားစဉ် အချိန်တိုအတွင်း မည်သို့ စစ်ဆေးပါသလဲ။

B&W eninge instruction manual တွင် ဖော်ပြထားသော နည်းလမ်းကိုအောက်တွင် တင်ပြထားပါသည်။ စာမျက်နှာ ၈၉ တွင် ပါရှိသော ပုံကို ကြည့်ပါ။

Engine frame ၏ camshaft တွင် ရှိသော Inspection covers ကို ဖွင့်ပြီး စစ်ဆေးခြင်းဖြစ်ပါသည်။

- Piston ကို BDC နှင့်အနီးဆုံးသို့ ချပြီးနောက် liner ၏အခြေအနေ နှင့် piston crown အခြေအနေကို စစ်ဆေးပါသည်။
- အင်ဂျင်ကို turning gear ဖြင့်လှည့်ပြီး pistons သည် scavenge ports ဖြတ်နေစဉ် piston rings, the ring lands, piston skirts တို့ကို စစ်ဆေးပါသည်။ Piston rings ရွေ့လျားနိုင်ခြင်းရှိမရှိ၊ ပြန်ကန်အားရှိ မရှိကို သစ်သားချောင်းတစ်ခုဖြင့် ဖိတွန်းပြီးစမ်းနိုင်ပါသည်။
- အင်ဂျင်အား TDC ဘက်သို့ပြန်လှည့်ရာ pistons သည် scavenge ports ကို ဖြတ်ပြီးနောက် piston rod နှင့် လိုင်နာနံရံအောက်ပိုင်းကို စစ်ဆေးနိုင်ပါသည်။

စစ်ဆေးတွေ့ရှိချက်များကို စာမျက်နှာ ၉၀ တွင်ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း မှတ်သားထားပါ။

၁၆၆။ Piston rings ပစ်စတင်ရင်းဂ် တွင်ရှိရမည့် အချက်များကိုရှင်းပြပါ။

- စပရိန်တွန်းအားရှိရမည် ( Spring Action)
- အပူကြောင့် ကျယ်သည့် ဆန့်သည့် နှုန်း နည်းရမည် (Low coefficient of expansion)
- မြင့်မားသော အပူချိန်နှင့်ဖိအားကို ခံနိုင်ရည်ရှိရမည် (High temp & press resistance)
- ပွန်းစားမှုကို ကောင်းစွာ ခံနိုင်ရည်ရှိရမည်။ (Good wear resistance)

၁၆၇။ Piston rings ပစ်စတင်ရင်းဂ် ကျိုးစေတတ်သည့်အကြောင်းရင်းများကို ရှင်းပြပါ။

- Rings နှင့် ring grooves ကြားရှိ clearances နည်းနေခြင်း
- Cylinder lubrication လုံလောက်မှုမရှိခြင်း
- Ring gap နည်းနေခြင်း
- လိုင်နာ ပွန်းစားမှု များနေခြင်း
- Piston ring grooves ရှိ ရင်းဂ် အထိုင် မျက်နှာပြင် ပွန်းစားမှုများနေခြင်း
- ပစ်စတင်နှင့် ဆလင်ဒါလိုင်နာကြားရှိ diametrical clearances များလွန်းနေခြင်း
- Deposits များလွန်းပြီး ring grooves အတွင်းညစ်ပတ်နေခြင်း

- Ring grooves အတွင်း ရင်းဂ်သည် ညပ်ပြီးမလည်နိုင်ခြင်း
- မသင့်လျော်သော သတ္တုအမျိုးအစားကို အသုံးပြုခြင်း
- ကောင်းစွာ တပ်ဆင်မှု မပြုလုပ်ခဲ့ခြင်း
- Piston အလိုင်းမင့်နှ် alignments မှားနေခြင်း
- Fuel timing တွင် after burning ဖြစ်နေခြင်း
- Radius at top and bottom of exhaust and scavenge ports in cylinder liner inadequate.
- Wear on the port bars relative to cylinder liner working surface.

၁၆၈။ ပစ်စတင်ရင်းဂ် ကျိုးနေသည်ကို ဘယ်လိုသိနိုင်ပါသလဲ။

- သဘော်မောင်းနေစဉ် နားကြပ် stethoscope ဖြင့် အသံကို နားထောင်ကြည့်ခြင်း
- Compression card ယူကြည့်ခြင်း
- သဘော်ရပ်ထားစဉ် inspection holes ကိုဖွင့်ပြီး ရင်းဂ်တို့၏ spring action ကို စမ်းကြည့်ခြင်း

၁၆၉။ သဘော်မောင်းနေစဉ် ယူနစ်တစ်ခုရှိ ပစ်စတင်မှာ အပူချိန်မြင့်တက်လာလျှင် ဘာလုပ်မလဲ။

- Bridge & Chief Engineer ကို အကြောင်းကြားပါမယ်။ အင်ဂျင်လည်ပတ်နှုန်းလျှော့ချပါမယ်။ ရုတ်တရက်ရပ်ပစ်လိုက်ခြင်းဟာ seizure of piston ဖြစ်စေနိုင်ပါတယ်။
- လိုအပ်လျှင် သက်ဆိုင်ရာယူနစ် ကို ဆီဖြတ်ပါမယ်။ ပစ်စတင်အပေါ်မှာ သက်ရောက်နေတဲ့ အပူကို လျှော့ချချင်လို့ဖြစ်ပါတယ်။
- ဖြစ်နိုင်ရင် အင်ဂျင်ကို ဖြည်းဖြည်းချင်း အပူချိန်လျှော့စေပြီးမှ ရပ်သင့်ပါတယ်။
- ရပ်ပြီးပြီး ချင်း turning gear ထည့်ပါ။ အင်ဂျင်ကို လှည့်ပါ။ ပုံမှန်အပူချိန်ရောက်သည်အထိ အအေး ခံပါ။

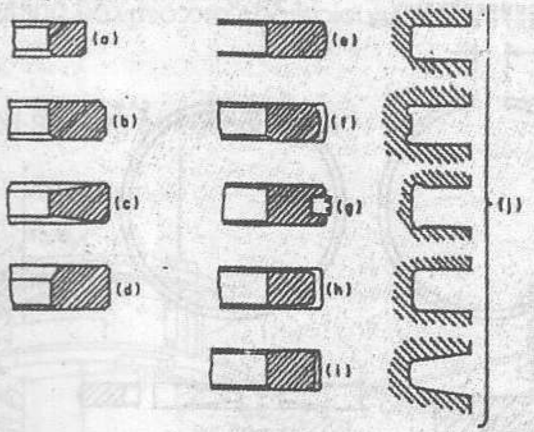
၁၇၀။ ပစ်စတင် အပူလွန်စေတဲ့ အကြောင်းရင်းများကို ပြောပြပါ။

- Inadequate circulation of coolant
- Excessive deposits in jacket
- Late injection or faulty fuel valve
- Poor combustion

- Insufficient air
- Water in fuel amount is hight
- Faulty piston rings
- Cylinder liner distortion
- Piston misalignment
- Unit over load

၁၇၁။ ရေကြောင်းဒီဇယ်အင်ဂျင်တွေမှာ သုံးလေ့သုံးထရှိတဲ့ ပစ်စတင်ရင်းဂ် အမျိုးအစား ဘယ်နှစ်မျိုး ရှိလဲ။

(၁) ပစ်စတင်နဲ့လိုင်နာကြားက gas leakage မဖြစ်အောင် ကာကွယ်တဲ့ ပစ်စတင်ရင်းဂ် တွေကို compression rings or pressure ring လို့ခေါ်ပါတယ်။ များသောအားဖြင့် Ramsbottom type ကို သုံးလေ့ရှိပါတယ်။ ဖြတ်ပိုင်းပုံက square or rectangular ပုံသဏ္ဍာန်ရှိပြီး အတွင်းပိုင်းကို hammered လုပ်ထားပါတယ်။




Various types of piston ring.
(a) Square section iron piston ring.
(b) Rectangular section piston ring.
(c) Wedge-shaped psiton ring (sometimes referred to as a Keystone section ring).
(d) Rectangular section piston ring with inside bevel.
(e) Rectangular section piston ring with elliptlcal or barrel-shaped working face.
(f) Chromium-plated barrel-shaped piston ring with plating on working face.
(g) Piston ring with copper or bronze insert to give rapid bedding-in.
(h) Piston ring with chromium plating on working face and lands.
(i) Rectangular section piston ring with chromium-plated working face.
(j) Piston-ring grooves showing various methods of feaving a fillet at the bottom of the ring groove. The bottom sketch shows a groove for a wedge-shaped piston ring.
Note. Chromium-plated pistons rings are fitted only in the top piston-ring groove.

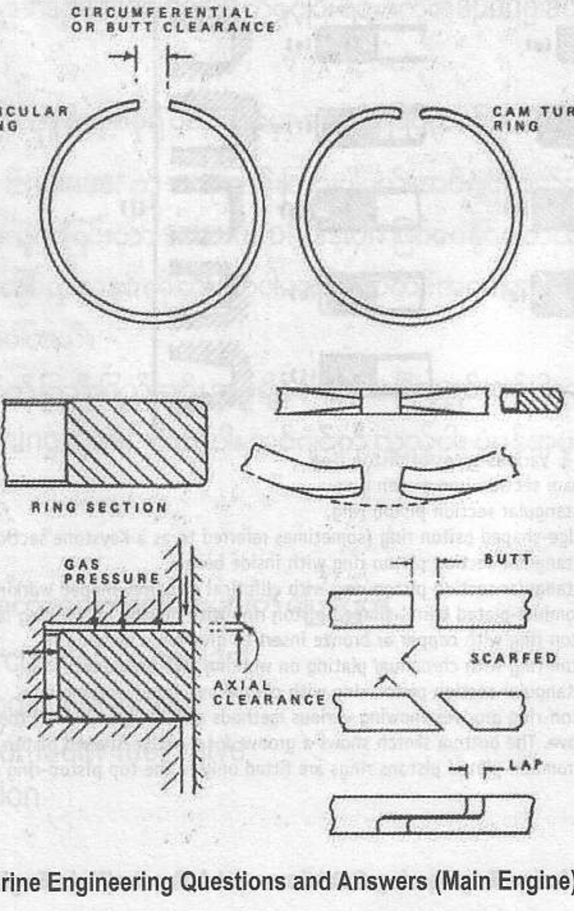
(၂) လိုင်နာတစ်လျှောက် အပေါ်ဘက်၊ အောက်ဘက်တွေကို လိုက်ပါနေတဲ့ Lubricating oil ရဲ့ ပမာဏကို ထိန်းတဲ့ ညီညီမျှမျှပြန့်သွားအောင် လုပ်တဲ့ ပစ်စတင်ရင်းဂ်တွေကို oil control ring or scraper ring လို့ခေါ်ပါတယ်။

(၃) ဆလင်ဒါနံရံအဝန်းတစ်လျှောက်မှာ ဆလင်ဒါအတွင်း ညီညီမျှမျှပြန့်သွားအောင် လုပ်တဲ့ ပစ်စတင်ရင်းဂ်တွေကို oil spreading ring လို့ခေါ်ပါတယ်။

အချို့သော medium speed or high speed အင်ဂျင်တွေမှာ သုံးတဲ့ ပစ်စတင်ရင်းဂ် တွေဟာ ဖြတ်ပိုင်းပုံအမျိုးမျိုးရှိကြတာကို စာမျက်နှာ ၉၃မှာ ဖော်ပြထားပါတယ်။

၁၇၂။ ပစ်စတင်ရင်းဂ်ဟာ သူအလုပ်လုပ်နေတဲ့ ဆလင်ဒါလိုင်နာရဲ့သတ္တုထက် ပျော့သင့်လား မာသင့်လား။

ယေဘုယျအားဖြင့်ပြောရရင် ပစ်စတင်ရင်းဂ်တွေရဲ့သတ္တုသားဟာ သူရဲ့လိုင်နာထက် ပိုမာပါတယ်။ အဲဒါကြောင့် ပစ်စတင်ရင်းဂ် ရဲ့သက်တမ်းဟာ ပိုရှည်ပါတယ်။ ခြွင်းချက်အနေနဲ့ hardened or chromium plated liner အမျိုးအစားတွေမှာတော့ လိုင်နာက ရင်းဂ်ထက်ပိုမာပါတယ်။



၁၇၃။ အင်ဂျင် အိုဗာဟောလ် overhaul လုပ်လျှင် ပစ်စတင်ရင်းဂ် နှင့်ပတ်သက်ပြီး တိုင်းတာရမည့် အချက်များကို ဖော်ပြပါ။

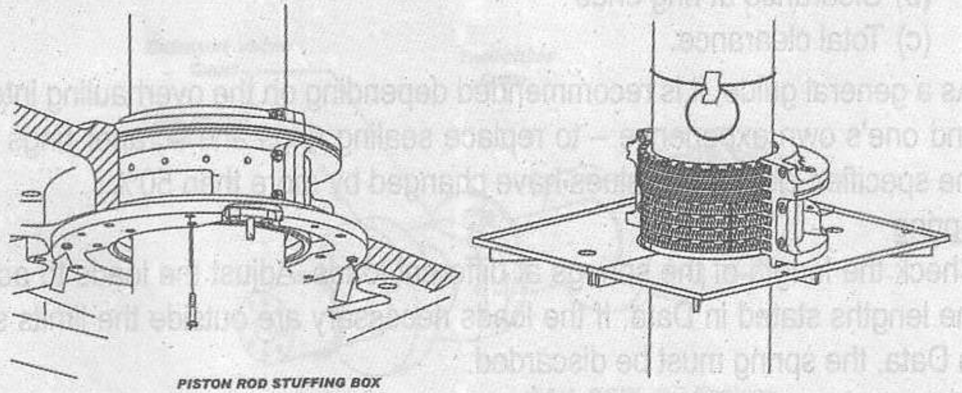
(၁) ရင်းဂ်၏အကျယ် (Width of ring)
(၂) ရင်းဂ်၏အထူ(Height of ring)
(၃) ရင်းဂ် ဂက်ပ် ( Ring Gap)
(၄) ရင်း ဂရုဗ်(Ring to grooves)

၁၇၄။ Piston rod stuffing box ဘာအတွက်တပ်ထားတာလဲ။

Scavenge space နဲ့ Crankcase ကို ပိုင်းခြားထားတဲ့ diaphragm ကြားထဲကမှ piston rod က အထက်တက် အောက်ဆင်းဖြစ်နေပါတယ်။

(1) Scavenge space ထဲကလေတွေ Crankcase ဘက်မရောက်အောင်၊
(2) Crankcase ထဲက အင်ဂျင်ဝိုင်နဲ့ လေတွေ Scavenge space ဘက်မရောက်အောင် Piston rod stuffing box ကတားဆီး ပိုင်းခြားပေးပါတယ်။

၁၇၅။ Piston rod stuffing box ပုံကိုဖော်ပြပါ။

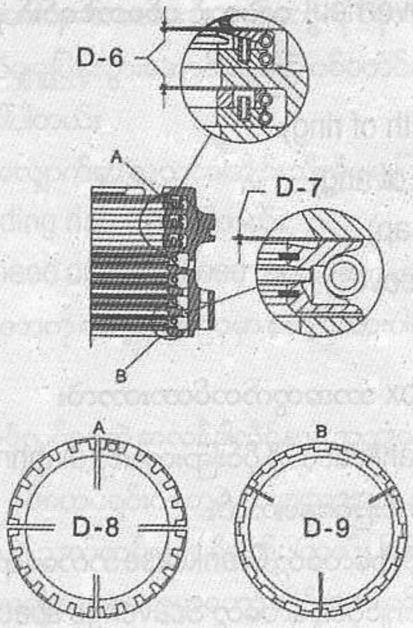


PISTON ROD STUFFING BOX

၁၇၆။ Piston rod stuffing box ကိုဖြုတ်ပြီးစစ်ဆေးရာတွင်စစ်ဆေးရမည့် နေရာများကို ဖော်ပြပါ။

Upper most scraper ring and sealing rings

(a) Vertical clearance between sealing ring section and groove.
(b) Clearance at ring ends (scraper rings)
(c) Total clearance (scraper rings)
(d) Clearance at ring ends (sealing rings)




(e) Total clearance ( sealing rings)

Lower most scraper rings

(a) Vertical clearance between scraper ring and groove.

(b) Clearance at ring ends

(c) Total clearance.

As a general guide, it is recommended depending on the overhauling intervals and one's own experience – to replace sealing rings and scraper rings when the specified clearance values have changed by more than 50%.

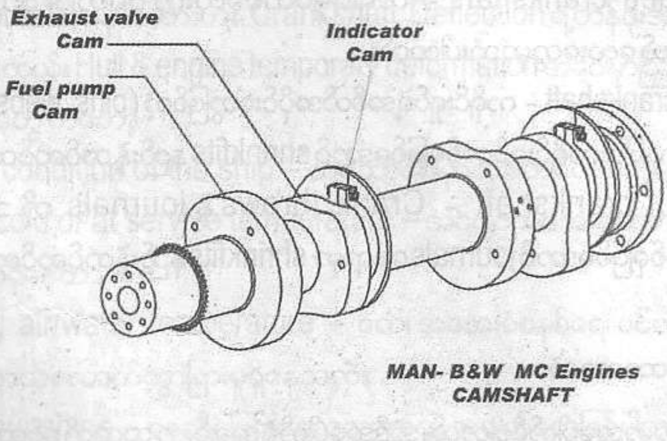
Spring

Check the length of the springs at different loads. Adjust the loads to achieve the lengths stated in Data. If the loads necessary are outside the limits stated in Data, the spring must be discarded.

# 10. CAM SHAFT, CRANKSHAFT

၁၇၇။ ကင်မ်ရှပ် Cam shaft ဆိုတာဘာလဲ။

ကင်မ်ရှပ်ဟာ ကရိုင်းရှပ် Crankshaft ရဲ့လည်ပတ်မှုအားကိုယူပြီးမှလည်ပတ်ရပါတယ်။ အဆိုပါ လည်ပတ်မှု ကို ကရိုင်းရှပ်ကနေ ကင်မ်ရှပ်ကိုရောက်အောင် gears (သို့) Chain

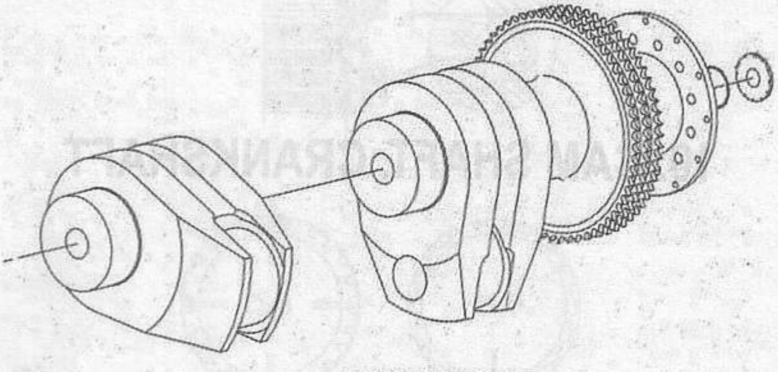



MAN- B&W MC Engines
CAMSHAFT

များမှတစ်ဆင့်ခံပြီးရယူရပါတယ်။ ကင်မ်ရှပ် ပေါ်မှာကင်မ်များcams ရှိပါတယ်။ ၎င်းတို့ကတော့ အင်လက်ဗားကင်မ် inlet valve cam အိပ်ဇောဗားကင်မ် exhaust valve cam၊ ဖြူရယ်ပန့်ကင်မ် fuel pump cam တို့ဖြစ်ပါတယ်။ အင်လက်ဗားကင်မ် ကတော့ Two stroke engines တွေမှာ မလိုအပ်တော့ မပါပါဘူး။

၁၇၈။ ကရိုင်းရှပ် Crankshaft ဆိုတာဘာလဲ။

ပစ်စတင်ရဲ့ထက်အောက်တက်ဆင်းရွေ့လျားမှု (reciprocating motion) က Crosshead ကိုဖြတ်ပြီး Connecting rod ကိုရောက်တယ်၊ နောက်ဆုံး Crankshaft ကိုရောက်လာပြီး Crankshaft က ပတ်လည် လည်သောရွေ့လျားမှု Rotating motion အဖြစ် ပြောင်းပေးတယ်။



***B&W MC Engines CRANKSHAFT***

၁၇၉။ ကရိုင်းရှပ် တည်ဆောက်ပုံဘယ်နှစ်မျိုးရှိပါသလဲ။

တည်ဆောက်ပုံ(၃) မျိုးရှိပါတယ်။

(1) Solid forged crankshaft - ကရိုင်းရှပ်တစ်ခုလုံးကို ပုံရိုက်ပြီး ပုံသွင်းထားတာမျိုးပါ။ အင်ဂျင်အငယ် လေးတွေမှာသုံးပါတယ်။
(2) Fully built crankshaft - ကရိုင်းရှပ်ရဲ့အစိတ်အပိုင်းတွေဖြစ်တဲ့ (pins, webs, journals) တွေကို သီးခြားစီပြုလုပ်ပြီး ကရိုင်းရှပ်တစ်ခုဖြစ်အောင် shrinkfits နည်းနဲ့ တပ်ဆင်ထားတာဖြစ်ပါတယ်။
(3) Semi built crankshaft - Crank throws နဲ့ journals ကို သီးခြားစီပြုလုပ်ပြီး ကရိုင်းရှပ်တစ်ခုဖြစ်အောင် journals နေရာမှာ shrinkfits နည်းနဲ့တပ်ဆင်ထားတာ ဖြစ်ပါတယ်။

၁၈၀။ Shrinkfits ဆိုတာဘာလဲ။

Crank Web တွေမှာအပေါက်ရှိပါတယ်။ အဲဒီအပေါက်ရဲ့အချင်းက သူ့ထဲကိုစွပ်ထည့်မယ့် Crank pin ရဲ့အချင်းထက်ငယ်ပါတယ်။ Crank Web ကို အပူပေးလိုက်ပါတယ်။ ပူတော့ ပွလာတယ်။ သူမှာရှိတဲ့ အပေါက်ရဲ့အချင်းကလည်း အပူကြောင့် ကျယ်လာပါတယ်။ Crank pin အချင်းထက် ကျယ်လာအောင် အပူပေးပြီး၊ အဲဒီ အချိန်မှာ Crank pin ကို ထည့်လိုက်ပါတယ်။ အပူချိန်ကျသွားတဲ့အခါမှာ Crank

webကCrank pinကို ညှစ်ပြီး၊ ဖိကြပ်ပြီးဖမ်းထားသလို ဖြစ်သွားပါတယ်။ အဲဒီလိုမျိုး တပ်ဆင်တာကို Shrinkfits လို့ခေါ်ပါတယ်။

၁၈၁။ Crankshaft Deflection ဘာကြောင့်ယူရတာလဲ။ မယူခင် ဘာတွေစစ်ဆေး၊ ပြင်ဆင်သင့်သလဲ။

Crankshaftကရိုင်းရှပ်ရဲ့သီအိုရီအရရှိတဲ့ ဝင်ရိုးမျဉ်း theoretical shaft axis ကနေ လက်တွေ့မှာရှိနေတဲ့ ဝင်ရိုးမျဉ်းက ဘယ်လောက် သွေလွဲနေလဲ ဆိုတာကို သိဖို့အတွက် Crankshaft Deflection ယူရတာပါ။

၁၈၂။ Crankshaft Deflection ဘယ်အချိန်မှာယူရမှာလဲ။

ပုံမှန်အနေအထားအရဆိုရင် Crankshaft Deflection ကို တစ်နှစ်တစ်ကြိမ်ယူသင့်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ သင်္ဘောက သောင်တင်တာမျိုး၊ main bearing လဲလိုက်တဲ့ အခါမျိုးမှာတော့ ချက်ချင်း ယူသင့်ပါတယ်။ main bearing လဲလိုက်ရင် နာရီ (၁၀၀) ကြာမောင်းပြီးတဲ့အခါ ထပ်ပြီး Crankshaft Deflection ယူရပါဦးမယ်။

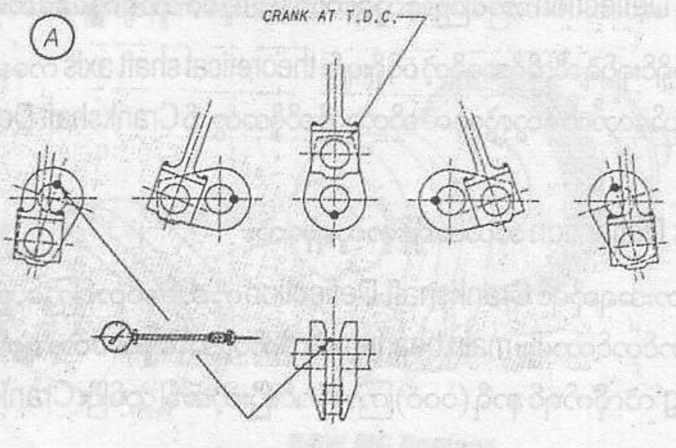
၁၈၃။ ဘယ်အချက်တွေက Crankshaft Deflection အပေါ်မှာ သြဇာ သက်ရောက်မှု ရှိပါသလဲ။

သင်္ဘောကိုယ်ထည်နဲ့ အင်ဂျင်ရဲ့ယာယီသဘောပုံပြောင်းမှု temporary deformation of the hull and /or engine အနေအထားဟာ Crankshaft Deflection ရဲ့တန်ဖိုးအပေါ်မှာ အဓိက သြဇာ သက်ရောက်ပါတယ်။ Hull & engine temporary deformation အပေါ်မှာသြဇာသက်ရောက်နေတဲ့ အခြားအချက်တွေ ကတော့

- Loaded condition of the ship – သင်္ဘောပေါ်မှာကုန် တင်ထားတဲ့အနေအထား
- Engine cold or at service temperature – အင်ဂျင်ကအေးနေလား၊ ပုံမှန်အလုပ်လုပ်တဲ့ အပူချိန်မှာရှိနေတာလား
- Differing air/water temperature – လေ၊ အအေးခံစနစ်ရေ၊ ပင်လယ်ရေ တို့ရဲ့အပူချိန်တွေဟာ ဘယ်လောက်ကွာခြားမှုရှိနေသလဲ။
- Strong sunshine – နေသိပ်ပြင်းနေသလား စတဲ့ အချက်တွေဖြစ်ပါတယ်။

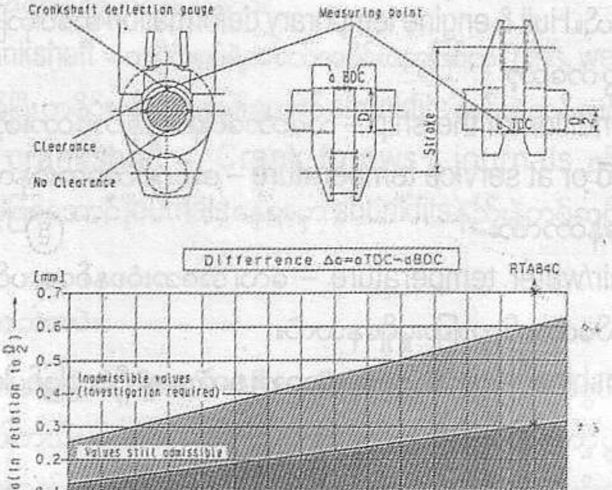
၁၈၄။ Crankshaft Deflectionယူပုံကို ရှင်းပြပါ။

Crankshaft Deflection gauge or Dial gaugeကို Crank webs တွေရဲ့ကြားမှာ ပုံမှာပြထားသလို ထည့်ပြီး Crankwebs တွေကြားက အကွာအဝေးကို တိုင်းတာပါတယ်။ ကရိုင်းရှပ်ကို လှည့်လိုက်တဲ့အခါ



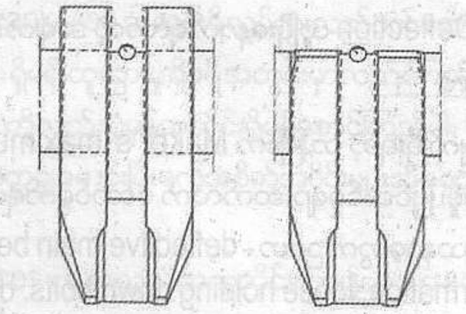

MITSUBISHI-SULZER

အဲဒီ ကြားအကွာအဝေးက ပြောင်းလဲနေပါတယ်။ Crank webs တွေကြားကအကွာအဝေးဟာ ကပ်လာတယ် ပိုဝေးကွာသွားတယ် ဆိုတာကို Crankshaff deflection gauge ကိုဖတ်ခြင်းဖြင့် သိရပါတယ်။ ပြောင်းလဲမှု နည်းလေ ရှပ် Crankshaft ရဲ့အနေအထားဟာ ကောင်းလေလို့ မှတ်ရပါမယ်။




MITSUBISHI-SULZER

တိုင်းတာရမည့် အစီအစဉ်က ကိုယ်တိုင်းတာလိုတဲ့ Crank ရဲ့အနေအထားကို BDC ဆီကိုဦးတည်ပြီး လှည့်ထားပါ။ Dial gauge ကို Connecting rod နဲ့အနီးဆုံး အနေအထားမှာ တပ်လို့ရတဲ့အထိ လှည့်ထားပါ။ ပြီးရင် Dial gauge ကို pretension slightly နည်းနည်း ညှစ်ထားပြီးမှ တပ်လိုက်ပါ။ ပြီးရင် Dial gauge ကို Zero setting လုပ်လိုက်ပါ။ အဲဒီလို မညှစ်ရင် Crankshaft ကိုလှည့်နေစဉ်မှာ အခုထက်ပိုကျယ်တဲ့ အနေအထားတစ်ခုကို ရောက်ခဲ့ရင် Dial gauge ပြုတ်ကျပြီး ပျက်စီးနိုင်ပါတယ်။ Crankshaft ကို AHEAD ဘက်ကိုဦးတည်ပြီး turning gear နဲ့ လှည့်ပါ။ ပြီးရင် ပုံမှာပြထားတဲ့ 90° before TDC, at TDC, 90° after TDC and before BDC စတဲ့နေရာ တွေမှာရရှိတဲ့ တန်ဖိုးတွေကို ဖတ်ပြီးမှတ်ထားပါ။ တိုင်းတာမှုဟာ မှန်ကန်မှုရှိရင် နောက်ဆုံး ဖတ်တဲ့တန်ဖိုးဟာ nearly zero ပြန်ရောက် သင့်ပါတယ်။ စုစုပေါင်း (၅) နေရာမှာ ရှိတဲ့ တိုင်းတာပြီး တန်ဖိုးတွေကို မှတ်ထားရပါမယ်။ Connecting rod ခံနေတဲ့အတွက် BDC မှာရှိတဲ့တန်ဖိုးကို တိုက်ရိုက်မရနိုင်ပါဘူး၊ အနီးဆုံး နှစ်နေရာယူပြီး၊ ပျမ်းမျှတန်ဖိုးကိုယူရပါမယ်။ TDC မှာရှိတဲ့တန်ဖိုးရယ် BDC မှာရှိတဲ့တန်ဖိုးရယ်ကို



| Type | Normally obtainable for a new or recently overhauled engine mm | | Realignment recommended mm | | Absolute maximum permissible mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| S46MC-C | 0.23 | 0.46 | 0.62 | 0.69 | 0.93 | 0.93 |
| K50MC | 0.12 | 0.25 | 0.34 | 0.38 | 0.51 | 0.51 |
| L50MC | 0.17 | 0.34 | 0.45 | 0.51 | 0.68 | 0.68 |
| S50MC | 0.23 | 0.46 | 0.61 | 0.69 | 0.92 | 0.92 |
| S50MC-C | 0.23 | 0.47 | 0.62 | 0.70 | 0.94 | 0.94 |
| K60MC | 0.15 | 0.31 | 0.41 | 0.46 | 0.62 | 0.62 |
| L60MC | 0.20 | 0.40 | 0.54 | 0.61 | 0.81 | 0.81 |
| S60MC | 0.27 | 0.55 | 0.73 | 0.82 | 1.10 | 1.10 |
| S60MC-C | 0.28 | 0.56 | 0.75 | 0.84 | 1.13 | 1.13 |
| K70MC | 0.18 | 0.37 | 0.49 | 0.55 | 0.74 | 0.74 |
| L70MC | 0.24 | 0.48 | 0.63 | 0.71 | 0.95 | 0.95 |
| S70MC | 0.32 | 0.64 | 0.85 | 0.96 | 1.28 | 1.28 |
| S70MC-C | 0.33 | 0.66 | 0.88 | 0.99 | 1.32 | 1.32 |
| L80MC | 0.27 | 0.54 | 0.72 | 0.81 | 1.08 | 1.08 |
| S80MC | 0.36 | 0.73 | 0.97 | 1.10 | 1.46 | 1.46 |
| K80MC-C | 0.22 | 0.44 | 0.58 | 0.66 | 0.88 | 0.88 |
| L90MC | 0.30 | 0.60 | 0.81 | 0.92 | 1.22 | 1.22 |
| K90MC | 0.25 | 0.50 | 0.67 | 0.75 | 1.00 | 1.00 |
| K90MC-C | 0.20 | 0.41 | 0.54 | 0.61 | 0.82 | 0.82 |
| S90MC-T | 0.36 | 0.72 | 0.96 | 1.08 | 1.45 | 1.45 |
| K98MC-C | 0.20 | 0.41 | 0.54 | 0.61 | 0.81 | 0.81 |

1. Normal for all crank throws.
2. Permissible for the <u>foremost</u> crank throw, when the crankshaft fore end is provided with a torsional vibration damper, tuning wheel or directly coupled to a generator rotor. Permissible for the <u>aftmost</u> crank throw, when the crankshaft aft end is provided with a flexible coupling.

ခြားနားချက်ယူရပါမယ်။ အဲဒီတန်ဖိုးဟာ Crankshaft တစ်ပတ်လည်တဲ့အချိန်မှာရှိနေတဲ့သွေလွဲမှုတန်ဖိုး ဖြစ်ပါတယ်။ (□a) အဲဒီ တန်ဖိုးဟာ အင်ဂျင်တည်ဆောက်သူက ပေးထားတဲ့ အမြင့်ဆုံးခွင့်ပြုတဲ့ တန်ဖိုး maximum permissible limits ထဲမှာရှိရပါမယ်။ စာမျက်နှာ ၁၀၀ မှာ တွေ့ရတဲ့ ဂရပ် ဟာ SULZER - RTA အင်ဂျင်တွေအတွက် သတ်မှတ်ထားတဲ့ Crankshaft Deflection maximum limits တွေကိုသတ်မှတ်ဖော်ပြထားပါတယ်။ Vertical line က □a ကို ကိုယ်စားပြုပြီး Horizontal line က အင်ဂျင်ရဲ့ Stroke of working piston ကို ကိုယ်စားပြုပါတယ်။ ကိုယ့်အင်ဂျင်ရဲ့ Working stroke ကသိပြီးသား □a ကလည်း တိုင်းတာပြီးရင်ရမယ်။ ဒီအမှတ်နှစ်ခုရဲ့ ဆုံမှတ်ဟာ ဂရပ်ထဲမှာ ဘယ် အနေအထား range ထဲရောက်နေလဲကြည့်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ နှိုင်းယှဉ်လေ့လာနိုင်အောင် B&W - MC engines:Crankshaft Deflection: □a တန်ဖိုး သတ်မှတ်ချက် တွေကိုလည်း စာမျက်နှာ ၁၀၁ မှာ ဖော်ပြ ပေးလိုက်ပါတယ်။

၁၈၅။ Crankshaft Deflection ယူပြီးနောက်ရလာတဲ့ အချက်အလက်ပေါ်မှာ ဘယ်လို သုံးသပ်ပြီး ဘာဆက်လုပ်ရမှာလဲ

တိုင်းပြီးလို့ တွက်ချက်ပြီးရတဲ့ တန်ဖိုးက Maker's maximum limits ကိုကျော်နေခဲ့ရင်တော့ လိုအပ်တဲ့ စစ်ဆေးမှု၊ ပြင်ဆင်မှုများဆက်လက် ဆောင်ရွက်ရပါမယ်။ သတ်မှတ်ချက် တန်ဖိုးထက် ကျော်စေနိုင်တဲ့ ပြဿနာတွေက ဥပမာ - deflective main bearing, engine support altered due to hull deformation, loose holding down bolts, defective shaft line bearing,ect တို့ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

၁၈၆။ ကရိုင်းကေ့စ် စစ်ဆေးမှု Crankcase Inspection လုပ်ရင် ဘာတွေစစ်ဆေးသလဲ။

- ချောဆီရဲ့အနေအထား Condition of lub oil ကို စစ်ဆေးပါ၊ ရေနှင့် လောင်စာဆီ၊ ရောနှော နေခြင်းရှိမရှိ Fuel oil and Water contamination ၊ အနည်အနှစ် များမများကြည့်ပါ Sludge။
- Dry sump အတွင်း သတ္တုအစအန များရှိမရှိစစ်ဆေးပါ။
- Connecting rod bearing's end play ကိုစစ်ဆေးပါ။ ချောင်လွန်းလျှင်လည်းမကောင်းပါ။ ကြပ်နေလျှင်လည်းမကောင်းပါ။
- Main bearing, Connecting bearing, Lubricating oil pipes အစရှိသော စက်ပစ္စည်းများတွင် တပ်ဆင်ထားသည့် Locking arrangements အားလုံးကို စစ်ဆေးပါ၊ မူလ ပုံစံအတိုင်းရှိသင့်သည်။ ပုံပျက်နေလျှင် (သို့) ဝါယာကြိုးများပြတ်နေလျှင် အဆိုပါစက်ပစ္စည်းကို အသေးစိတ် ဖွင့်စစ်ဆေးပါ။

- Crankcase အတွင်း အပူလွန်၍ သတ္တုအရောင်ပြောင်းနေခြင်းမျိုး၊ တစ်ခုခုနှင့် ပွတ်တိုက်မိပြီး စားနေသည့် အရာမျိုး၊ ရှိမရှိစစ်ဆေးပါ။
- တင်းကြပ်မှုရှိရမည့်စက်အစိတ်အပိုင်းများပြတ်နေခြင်း၊ ချောင်နေခြင်း၊ လျော့နေခြင်းရှိမရှိစစ်ဆေးပါ။ ဥပမာ - ကွန်နက်တင်းရော့ဒ်ဖို့များ Connecting rod bolts, Lubricating oil pipes
- Crosshead type engines များတွင် crosshead နှင့် ပတ်သက်နေသော အစိတ်အပိုင်းများ၊ Piston rod, Piston rod stuffing box တို့ကိုလည်းစစ်ဆေးပါ။
- Trunk type engines များတွင် Liner ၏အခြေအနေ၊ Jacket water seals အခြေအနေများ ကိုလည်းစစ်ဆေးပါ။
- Chain, spocket teeth, lubricating jet တို့၏အခြေအနေကိုလည်းစစ်ဆေးပါ။
- Crankcase relief doors ၏ spring နှင့် seals တို့ကိုလည်းစစ်ဆေးပါ။ Crankcase relief doors ယိုစိမ့်မှုရှိမရှိကိုလည်း အချိန်ရလျှင် စမ်းသပ်ပါ။
- Turning gear လှည့်ပြီး Crankcase အတွင်းရှိ လှုပ်ရှားလည်ပတ်သော စက်အစိတ်အပိုင်းများ ပုံမှန် အတိုင်း လည်ပတ်ခြင်း ရှိမရှိ၊ထူးခြားမှု ရှိမရှိ အတွင်းမှာလည်းကြည့်ရှုစစ်ဆေးပါ။ Tunring gear motor's ampere ကိုလည်း ပုံမှန်အတိုင်းရှိမရှိစောင့်ကြည့်ပါ။
- Lubricating oil pump ခေတ္တမျှ မောင်းပြီး စက်အစိတ်အပိုင်းများသို့ ချောဆီ ပေးပို့မှုအနေအထား ကိုလည်း စစ်ဆေးပါ။
- Main bearing clearances ကို အလွယ်တကူတိုင်းတာ၍ရသော engine types များတွင် တိုင်းတာစစ်ဆေးမှုပြုလုပ်ပါ။
- Crankshaft Deflection ယူရန်အချိန်ကျလျှင် (သို့) ယူရန်လိုအပ်လျှင် လည်း တိုင်းတာစစ်ဆေးပါ။

၁၈၇။ Crankcase မှာ တပ်ဆင်ထားတဲ့ Safety Devices တွေကို ပြောပြပါ။

- Breather pipe
- Crankcase relief doors
- Oil mist detector
- Main bearing high temperature alarm

# 11. ENGINE PREPARATION, EMERGENCY & DIFFICULTIES

၁၈၈။ Main Engine Warming Up / Warming Down လုပ်တယ်ဆိုတာဘာအတွက်လဲ။

သင်္ဘောက ဆိပ်ကမ်းမှာ ကုန်တင်ကုန်ချလုပ်ရင် မိန်းအင်ဂျင် Main engineကို မလိုအပ်တော့ ရပ်ထားရပါတယ်။ ခရီးစဉ်အသစ် New Voyageပြန်ထွက်မယ်ဆိုရင် ကားအင်ဂျင်များ မောင်းသလို ချက်ချင်းစက်နှိုးပြီး ကောက်ထွက်တာမျိုး မလုပ်ရပါဘူး။ စက်တွေက မြင်းကောင်ရေများသလို စက်ပစ္စည်းတွေရဲ့ထုထည်ပမာဏကလည်း ကြီးမားလေတော့ သတ္တုသားတွေရဲ့အတွင်းနဲ့ အပြင် မျက်နှာပြင်တွေမှာရှိတဲ့ အပူချိန် ကွာခြားမှုများပါတယ်။ Thermal stress ဖြစ်ပေါ်လာပါတယ်။ Thermal stressကြောင့် သတ္တုသားတွေ ကွဲအက် ပျက်စီးလွယ်ပါတယ်။ အဲဒီဖြစ်ရပ်ကို ရှောင်ကြဉ်ချင်လို့ သင်္ဘော မထွက်ခင်မှာ အင်ဂျင်ရဲ့အပူချိန်ကို ဖြည်းဖြည်းချင်း တင်ပေးရပါ တယ်။ LO system pump, LO purifier, Jacket water pump အစရှိသည်တို့ကိုမောင်းပေးရပါတယ်။ မီးစက်အင်ဂျင် generator engines တွေက အပူကို Jacket water system ကယူပြီး မိန်းအင်ဂျင် maine engines ကို တဖြည်းဖြည်းနဲ့ ပူနွေးလာအောင်လုပ်ပါတယ်၊Electric heaterနဲ့ အပူပေးတာမျိုးလည်းရှိပါတယ်၊ LO purifier ကိုမောင်းတဲ့အခါ ME sump ထဲက ချောဆီကို ဆွဲယူပြီး အပူပေးတယ်၊ သန့်စင်တယ် ပြီးတော့ ME sump ထဲကို ပြန်ပို့ပေးပါတယ်၊ အဲဒီတော့ ချောဆီရဲ့အပူချိန်က တဖြည်းဖြည်းနဲ့ တက်လာပါတယ်။

အဲဒီဆီကို LO system pump ကဆွဲယူပြီး စက်အစိတ်အပိုင်းတွေထဲကို လှည့်ပတ်စေတဲ့အတွက် လည်း warming up ဖြစ်စေပါတယ်။

အဲဒီလိုပါပဲ သင်္ဘောက ဆိပ်ကမ်းကို ဆိုက်ရောက်ပြီးတဲ့အခါ မိန်းအင်ဂျင် main engine ကိုရပ်လိုက်ပေမဲ့ Lubricating oil pump, Jacket water pump တွေကိုဆက်မောင်းထားပြီး နာရီအနည်းငယ်ကြာမှ အဲဒီ ပန့်တွေကို ရပ်ရတာကို warming down လို့ခေါ်ပါတယ်။

စက်ကို တည်ဆောက်သူက လိုချင်တဲ့ အပူချိန်မှာ ထိန်းထားတဲ့အတွက် စက်မှာရှိသင့်တဲ့ clearances တွေကို လည်း ရရှိမှာဖြစ်ပါတယ်။ အတိုချုံးပြောရရင် Warming up လုပ်ခြင်းမှာ ရည်ရွယ်ချက်(၂) ခုရှိပါတယ်

(၁) To prevent thermal stress (၂) To prevent wear and tear easy to start တို့ဖြစ်ပါတယ်။

(သင်္ဘောအသေးလေးတွေမှာ မိန်းအင်ဂျင်ကို Four stroke engine သုံးပြီး ဆီကလည်း High Speed diesel or Marine diesel သုံးတဲ့အင်ဂျင်အသေးလေးတွေ မှာ warming up လုပ်ဖို့မလိုပါဘူး။ သင်္ဘောကလည်းကြီးပြီး Heavy Fuel Oil ကိုပင်လယ်ထဲမှာမောင်းနေတဲ့အခါ at sea ရော၊ ကမ်းနားကို ကပ်တဲ့ ခွာတဲ့အခါ manoeuvring period မှာပါအသုံးပြုတဲ့ အင်ဂျင်တွေမှာတော့ ဆိပ်ကမ်းရောက်လည်း warming down မလုပ်တော့ပါဘူး၊ အမြဲတမ်း warming လုပ်ထားရပါတယ်။)

၁၉။ Steering and Control Test ဆိုတာဘာလဲ။

သင်္ဘောပင်လယ်ထဲမထွက်ခွာခင် သင်္ဘောကို ဘယ်ညာကွေ့စေနိုင်မယ့် ပဲ့ကိုင်တဲ့စနစ် (Steering System) ကောင်းမကောင်းရယ်၊ အင်ဂျင်နဲ့ ပတ်သက်တဲ့ ထိန်းချုပ်မှု စနစ်တွေ(Engine Controls)၊ ပဲ့စင် (Bridge)နဲ့ စက်ထိန်းချုပ်ခန်း(Engine Control Room) တို့အကြား ဆက်သွယ်မှု၊ ထိန်းချုပ်မှု စနစ်(Communication & Control System)တွေ ကောင်းမကောင်း စစ်ဆေး၊ စမ်းသပ်တာကို ခေါ်ပါတယ်။

S&C Test မလုပ်ခင်မှာPropeller clear ဖြစ်မဖြစ် Bridge ကိုတောင်းရပါမယ်။ အင်ဂျင်နီယာတစ်ဦးဦး စက်ခန်း ဝန်ထမ်း တစ်ဦးဦးက တက်ကြည့်ပြီး Propeller clear ဖြစ်တယ်လို့ ကိုယ့်ဘာသာ ဆုံးဖြတ်တာမျိုး မလုပ်ရပါ။ Engine controls တွေစမ်းရာမှာ အင်ဂျင်ကို နိုးရပါတယ်။ Reversible engines တွေမှာ အင်ဂျင်လည်ရင် ပန်ကာ propeller လည်ပါတယ်။ ပန်ကာအနီးအနားမှာ ဆိပ်ကမ်းက လှေငယ်လေးတွေ ရှိနေခဲ့ရင် မတော်တဆဖြစ်ရပ် Accident ဖြစ်နိုင်တာမို့ Propeller clear ဖြစ်မဖြစ်ကို Bridge ကိုတောင်းပြီး တာဝန်ကျ အရာရှိက ကြည့်ရှုစစ်ဆေးပြီးမှ ECR ကို အကြောင်းကြားတာမျိုး ဖြစ်သင့်ပါတယ်။

နောက်တခုကBridgeမှာရှိတဲ့ နာရီနဲ့ ECR မှာရှိတဲ့ နာရီ တို့ကို နာရီတိုက်ရပါမယ်။ သင်္ဘောကမ်းနားက ခွာတဲ့အချိန် manoeuvring period မှာ သင်္ဘောရဲ့စက်အသုံးပြုမှု၊စက်ရှိန်တိုးမှု လျော့မှု၊ ရှေ့ကိုမောင်းတယ်၊ နောက်ကိုမောင်းတယ် စတာတွေကို Manoeuvring record book or bell book လို့ခေါ်တဲ့ မှတ်တမ်းတင်စာအုပ်မှာမှတ်ရပါတယ်။ မှတ်တဲ့အခါ အချိန်ကိုပါမှတ်ရပါတယ်။ သင်္ဘောရဲ့manoeuvring period မှာ accident ဖြစ်ခဲ့ရင် သက်ဆိုင်ရာ တရားရုံးကိုBridge &ECRမှာရှိတဲ့ bell book တွေကို တင်ရပါတယ်။ ဒီအတွက် အချိန်နာရီတိုက်ပါ။ စာအုပ်ထဲမှာ စနစ်တကျဖြည့်သွင်းပါ။ ခဲတံဖြင့်မရေးရပါ။ အမှားရှိလျှင် လိုင်းတစ်ကြောင်းတည်းဖြင့် ခြစ်လိုက်ပါ။

- Steering System

Steeringယူနစ် (၂) ခုရှိပါတယ်။ ယူနစ်တစ်ခုစီအတွက် Steering motor &pumpသီးခြားရှိပါတယ်။

Steering test မလုပ်ခင် ဟိုက်ဒြောလစ်စနစ် hydraulic system မှာ အသုံးပြုတဲ့ဆီဟာ သက်ဆိုင်ရာ တိုင်ကီများမှာ သတ်မှတ်ထားတဲ့ ပမာဏ ရှိမရှိကြည့်ပါ။ လိုအပ်လျှင်ဖြည့်ပါ။ စတီယာရင် ဟိုက်ဒြောလစ် ဆီယိုစိမ့်မှုရှိမရှိလိုက်လံစစ်ဆေးပါ။mechanical links များ ပြုတ်နေခြင်း၊ ချောင်နေခြင်း ရှိမရှိ ကြည့်ရှု စစ်ဆေးပါ။ အဆင်သင့်ဖြစ်လျှင် Steering ကိုစမ်းသပ်ရန် အဆင်သင့်ဖြစ်ကြောင်း ဖုန်းဖြင့် (သို့) Public Address (PA) စနစ်ဖြင့် Bridge ကိုအကြောင်းကြားပါ။

Steering test လုပ်တဲ့အခါမှာ နံပါတ် (၁) ယူနစ်ကို အရင်စမ်းပါ။ မော်တာအမ်ပီယာ ကြည့်ပါ။ ပုံမှန်အတိုင်း ရှိရပါမယ်။ Steering hydraulic ramsတို့ရဲ့ရွေ့လျားမှုဟာလည်းပုံမှန် ရှိရပါမယ်။ ပုံမမှန်တဲ့ တွန့်ဆုတ်တွန့်ဆုတ်ရွေ့လျားမှုမျိုး ဖြစ်ခဲ့လျှင် ပြစ်ချက်ရှာပါ။

စမ်းတဲ့အခါမှာ ဥပမာ ဘယ်ဘက် ၁၀° (port 10°)၊ ဘယ်ဘက် ၂၅° (port 25°)၊ ဘယ်ဘက် အဆုံး(Hard port)၊ အလယ်တည့်တည့် (Midship)၊ ညာဘက် ၂၀°(starboard 20°)၊ ညာဘက် အဆုံး(Hard starboard)၊ အလယ်တည့်တည့် (Midship) အစရှိသဖြင့် နေရာစုံ၊ ထောင့်ဒီဂရီ အစုံ ၅ နေရာ ၆ နေရာခန့် လှည့်ပါ။ Bridge မှ ပေးသည့် ဒီဂရီနှင့် Steering Gear တွင် လက်တွေ့မြင်နေရသည့်ဒီဂရီ တို့ ကိုက်ညီမှုရှိရပါမယ်။

ပြီးလျှင် ယူနစ်(၁)ကို ရပ်ပြီး၊ ယူနစ်(၂) ကိုမောင်းပါ။ ယင်းသို့ (၁) မှ(၂) သို့အပြောင်းမှာ Steering gear alarm unit မှ သတိပေးသံကြားရပါမယ်၊သတိပေးမီးလုံး အလုပ် လုပ်ရမယ် မလုပ်လျှင် ချက်ချင်းပြုပြင်ပါ။

ယူနစ်(၂) ဖြင့်စမ်းသပ်ရာတွင်လည်း အထက်တွင်ဖော်ပြထားသော ယူနစ်(၁)မှာစမ်းသပ်သည့် အစီအစဉ်များ အတိုင်းဆောင်ရွက်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။

ပြီးလျှင် ယူနစ်(၁) နှင့် ယူနစ် (၂) နှစ်ခုလုံးပြိုင်တူမောင်းပြီး အထက်ပါအတိုင်းစမ်းသပ်ပါ။ သင်္ဘောအချို့မှာ အထက်ပါအတိုင်း စနစ်တကျစမ်းသပ်မှုမရှိဘဲ၊ ယူနစ်(၂)လုံး တစ်ပြိုင်နက်မောင်းပြီး တစ်ကြိမ်သာ စမ်းတတ်ပါတယ်။ မလုပ်သင့်ပါ။ ယူနစ်တစ်ခုချင်းစီဟာ Steering gear ကိုမောင်းနှင်နိုင်စွမ်း ရှိရပါမယ်။ နှစ်ခုပြိုင်စမ်းတဲ့အတွက် အားနည်းတဲ့ယူနစ်က ခိုပြီးလိုက်နေတာကို မသိနိုင်ပါ။ အားကောင်းတဲ့ယူနစ်က ပင်လယ်ထဲမှာပျက်လို့ ကျန်တဲ့ယူနစ်ကို အရေးပေါ်ပြောင်းမောင်းတဲ့အခါမှ အလုပ်မလုပ်မှန်းသိပြီး အခက်တွေ့နိုင်ပါတယ်။

ဒီစမ်းသပ်မှုမှာ ယူနစ်တစ်ခုချင်းစီဟာ အလုပ်ကောင်းကောင်းလုပ်နိုင်ခြင်း ရှိမရှိစမ်းသလို၊ Steering alarm unit ကောင်းမကောင်းစမ်းသပ်တာပါတယ်၊ Bridge နဲ့ Steering gear room ရဲ့ ဆက်သွယ်ရေးစနစ် communication system ကောင်းမကောင်းစမ်းသပ်တာလည်းပါပါတယ်။ အသေးစိတ်ရေးပြရတာက ယခုနောက်ပိုင်းမှာ စနစ်တကျ ဆောင်ရွက်မှုတွေအားနည်းလာတာကို မြင်တွေ့နေရလို့ဖြစ်ပါတယ်။

- Communication and control system between Bridge & ECR

  Bridge နဲ့ ECR ကို ဆက်သွယ်ထားတဲ့ တယ်လီဖုန်း စနစ်ရယ်၊ Public Address System (PA) ရယ် ကောင်းရပါမယ်။ စမ်းသပ်ပြောဆိုရပါမယ်။ နောက်ပြီး Telegraph ကို စမ်းရပါမယ်။ Bridge ကပေးတဲ့ signals နဲ့ ECR မှာရတဲ့ signals တူရပါမယ်။ Telegraph မှာပါတဲ့ signals တွေကတော့

  Stand By Engine SBE / Dead Slow Ahead / Slow Ahead / Half Ahead / Full Ahead / Stop / Dead Slow Astern / Slow Astern / Half Astern / Full Astern Ring Full Away RFA : တို့ဖြစ်ပါတယ်။

  သင်္ဘောဥသြဆွဲဖို့ အတွက် လေဟွန်း (Air Whistle) လိုင်းကို လေပေးပြီး ကောင်းမကောင်း စမ်းရပါမယ်။ သင်္ဘောငယ်တွေမှာ (Electric Horn) အသုံးပြုတာလည်းရှိနိုင်ပါတယ်။

- Engine Controls

  အင်ဂျင်ဟာ Warming up လုပ်ပြီးသားဖြစ်ရမယ်၊ လိုအပ်တဲ့ system pumpsတွေမောင်းပြီး ဖြစ်ရမယ်။

  မိန်းအင်ဂျင်ကို Turning gear ထည့်ပါမယ်။ Indicator cocks တွေဖွင့်ပါမယ်။ Cylinder lubrication ပေးပြီး Turning gearလှည့်ပါမယ်။ လှည့်တဲ့အချိန်မှာ Turning gear motor ရဲ့ အမ်ပီယာ ကိုလည်းပုံမှန်ရှိမရှိကြည့်ပါ။ များနေရင် မှုမမှန်ပါ။ တာဝန်ကျအင်ဂျင်နီယာကို သတင်းပို့ပါ။ Indicator cocks တွေထဲက ဘာထွက်လာသလဲကြည့်ပါ။ ဆီ တို့ ရေတို့ ထွက်လာရင် တာဝန်ကျအင်ဂျင် နီယာကို သတင်းပို့ပါ။ ပုံမှန်အတိုင်းဆိုရင် လေနဲ့မီးခိုးအချို့ပဲ ထွက်လာရပါမယ်။

အားလုံးပုံမှန်အတိုင်းရှိနေရင် Turning gear ဖြုတ်ပြီး Air kick လုပ်ပါ(Air kick မလုပ်ခင် air starting system ကို drainလုပ်ဖို့မမေ့ပါနဲ့ဦး) ပြီးလျှင် Indicator cocks များကို ပြန်ပိတ်ပါ။ အင်ဂျင်ကို ဆီပေးပြီး Ahead directionအတိုင်းနှိုးပါ။ အင်ဂျင်နှိုးရပါမယ်။ စက်ရှိန်သိပ်မများပါစေနဲ့။ ခဏပဲနှိုးပြီးပြန်ရပ်ပါ။ Reversing system ကို Astern သို့ပြောင်းပါ။ ပြောင်းပြီးနောက် Astern အတိုင်းနှိုးပါ။ အင်ဂျင်နှိုးရပါမယ်။ စက်ရှိန်သိပ်မများပါစေနဲ့။ ခဏပဲနှိုးပြီးပြန်ရပ်ပါ။ Reversing system ကို Ahead သို့ပြန်ပြောင်းပါ။ ပြောင်းပြီးနောက် Ahead direction အတိုင်းနှိုးပါ။ ပြန်ရပ်ပြီး အဆင်သင့်အနေအထား Standby မှာထားပါ။ အင်ဂျင်နီယာငယ်များက စက်နှိုးမနှိုး စမ်းတာလို့ ထင်ကြပါတယ်။ မှန်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ Reversing system အလုပ်လုပ်မလုပ်ကို ပါစမ်းသပ်တာဖြစ်လို့၊ Ahead တစ်ချက်ပဲနှိုးပြီးStandby ပေးတာမျိုးကို Reversible engines တွေမှာမလုပ်ရပါ။

၁၉၀။ ခရီးစဉ်အသစ်မထွက်ခွာခင် စက်ခန်းထဲမှာ ဘာတွေပြင်ဆင်ရမလဲဆိုတာ အကြမ်းဖျင်းရှင်းပြပါ။

တစ်ရက်လောက်ကြိုပြီး ဘွိုင်လာကို Flash up လုပ်ထားပါ့မယ်။ DO & FO service tanks တွေကိုဆီအပြည့်တင်မယ်။ DO & FO settling tanks တွေကိုလည်းဆီပြန်ဖြည့်မယ်။ ဆီတိုင်ကီတွေကို အပူပေး ပြီး၊ တိုင်ကီအောက်ခြေကနေ အနည်အနှစ်နဲ့ရေတွေကို ဖောက်ချစစ်ဆေးပါ့မယ်။ Fuel system လိုင်းမှာရှိတဲ့ Filters/strainers တွေကိုဆေးကြောထားမယ်။ ရာသီဥတုဆိုးဝါးနိုင်တယ်ဆိုရင် စက်ခန်းထဲမှာရှိတဲ့ ရွေ့ လျားနိုင်တဲ့ ပစ္စည်းတွေကို သေချာချည်နှောင်ထားပါ့မယ်။

နာရီအနည်းငယ်အလိုမှာတော့ Maine engine warming up လုပ်ထားပါ့မယ်။ Air starting system အတွက် လေအိုးတွေထဲကိုလည်း လေအပြည့်ဖြည့်ထားပါမယ်။

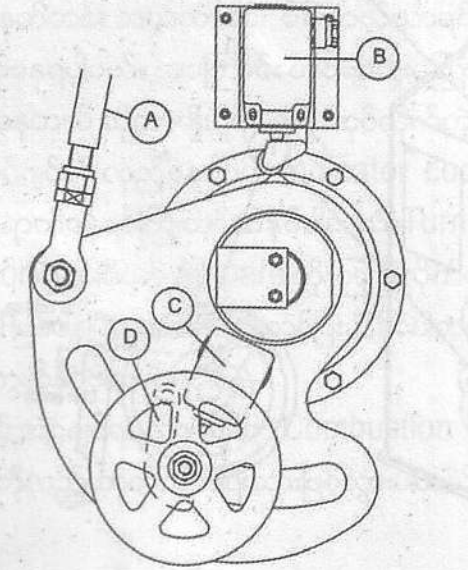
တစ်နာရီအလိုမှာ (1 hour notice) ပေးပါတယ်။ အဲဒီအခါမှာ Steering and control test လုပ်ပါ့မယ်။ လိုအပ်ရင် generator engine နောက်ထပ် တစ်လုံးထပ်နှိုးထားပါ့မယ်။ သင်္ဘောအကပ်အခွာမှာ ကြိုးတွေကို ဆွဲတာ၊ ရစ်တာလုပ်ဖို့အတွက် Mooring hydraulic system တို့၊ ကုန်ပေါက်အဖုံးတွေပိတ်ဖို့ Hatch cover hydraulic system တို့၊ အလုပ်လုပ်နေတဲ့ ကရိန်းတွေ Hydraulic/Hydro-electric Cranes ကို သိမ်းဖို့၊ ကျောက်မဖို့ Anchor heaving up အတွက်၊ ပါဝါပေးဖို့ ပိုလိုအပ်တတ်ပါတယ်။

၁၉၁။ အင်ဂျင်ကို Engine Control Room (ECR) ကနေနှိုးလို့မရရင် ဘယ်ကနှိုးမလဲ။

Emergency Control ကနေနှိုးပါ့မယ်။

အင်ဂျင်ရပ်နေစဉ်Emergency Controlပြောင်းရမယ့်အစီအစဉ်ကို B&W engines instruction manual ကနေ ကောက်နုတ်ဖော်ပြထားပါတယ်။

**Emergency Control,** Connection to Regulating Shaft




A) Pull rod connection from governor.

B) Stop indicator.

C) Emergency control indicator.

D) Blocking arm "Normal control"-position.

E) Hollow shaft connected to regulating handwheel on emergency console.

F) Shaft connected to regulating arms on fuel pumps.

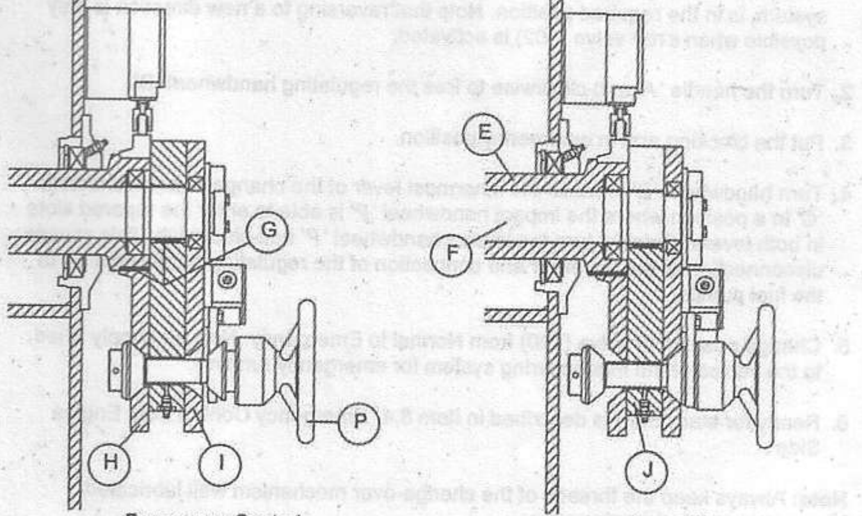
G) Keys and keyways.

H) Plate connected to regulating handwheel.

I) Plate connected to governor.

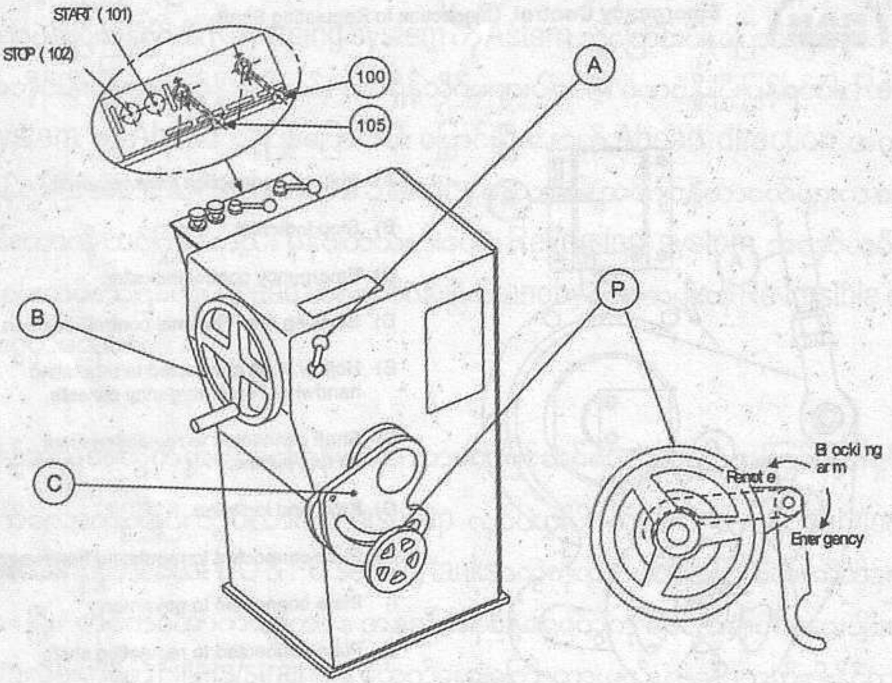
J) Plate connected to regulating shaft.

P) Impact handwheel. Changing from Normal to Emergency Control, see Plate 70302.




Emergency Control          Normal Control

## Change-over from Normal to Emergency




For changing-over to 'Emergency Control' with **running engine**, see Item 8.4 'Emergency Control from Engine Side'.

1. Check that valve (105), which is the "telegraph handle" of the emergency control system, is in the required position. Note that reversing to a new direction is only possible when STOP valve (102) is activated.

2. Turn the handle 'A' anti-clockwise to free the regulating handwheel 'B'.

3. Put the blocking arm in emergency position.

4. Turn handwheel 'B' to move the innermost lever of the change-over mechanism 'C' to a position where the impact handwheel 'P' is able to enter the tapered slots in both levers. Quickly, turn the impact handwheel 'P' anti-clockwise. This causes disconnection of the governor and connection of the regulating handwheel 'B' to the fuel pumps.

5. Change position of valve (100) from Normal to Emergency. Now air supply is led to the valves of the manoeuvring system for emergency running.

6. Ready for start. Start is described in Item 8.4 'Emergency Control from Engine Side'.

**Note:** Always keep the threads of the change-over mechanism well lubricated, to ensure a quick changing-over.

၁၉၂။ Air kick မလုပ်ခင်အင်ဂျင်ကို Turning gear ထည့်ပြီး အမြဲတန်း လှည့်ရတာဘာအတွက်လဲ။

အင်ဂျင်လိုင်နာတို့ အင်ဂျင်ဟက်ဒ်တို့ကွဲပြီး ရေတွေ ပစ်စတင်ထိပ်ပေါ်မှာစုပြီး ရောက်နေနိုင်ပါတယ်။ Fuel Valve Faulty ဖြစ်ပြီး ဆီတွေလည်း ပစ်စတင် ထိပ်ပေါ်မှာ ရောက်နေနိုင်ပါတယ်။ Air kick ကို တန်းလုပ်လိုက်မယ်ဆိုရင် Water hammer effect ဖြစ်ပြီး စက်အစိတ်အပိုင်းတွေ ကြီးကြီးမားမား ပျက်စီးသွားနိုင်ပါတယ်။ နောက်တစ်ချက်က ပစ်စတင်နဲ့ လိုင်နာကြား၊ ကရောစ်ဟက်ဒ် ဘယ်ယာရင်၊ ကွန်နက်တင်း ဘယ်ယာရင်၊ မိန်းဘယ်ယာရင် အစရှိတဲ့ စက်ပစ္စည်းတွေဟာ ချောချောမွေ့မွေ့ လည်နေရပါမယ်။ အကြောင်း တစ်မျိုးမျိုးကြောင့် ချောမွေ့မှုမရှိဘူး၊ ပွတ်တိုက်မှု များနေတယ်၊ ထစ်နေတယ် ဆိုတာမျိုးရှိရင် တန်းလုပ်လိုက်တဲ့ အတွက် ပိုဆိုးသွားနိုင်ပါတယ်။ Turning gear နဲ့ အင်ဂျင်ကို လှည့်နေစဉ်မှာ Indicator cocks ကိုဖွင့်ထားတဲ့အတွက် ဆလင်ဒါလိုင်နာထဲ ရေရောက်နေရင်ကြိုတင်သိနိုင်ပါတယ်။ Turning gear လှည့်နေ စဉ် မှာ Turning gear's motor ရဲ့အမ်ပီယာ Ampere ကို ကြည့်လိုက်လို့ ပုံမှန်ထက်များနေရင် တစ်နေရာရာ မှာ Over load ဖြစ်နေပြီဆိုတာကို ကြိုတင်ပြီးသိနိုင်ပါတယ်။ ကြီးမား တဲ့ ပျက်စီးမှုမျိုးမဖြစ်အောင် ကြိုတင် ကာကွယ်နိုင်ပါတယ်။

ယခင် အင်ဂျင်ရပ်လိုက်စဉ်က Combustion chamber ထဲမှာကျန်နေခဲ့တဲ့ burnt gasses တွေကိုလည်း ထုတ်လိုက်ပြီးသားဖြစ်သွားပါတယ်။

၁၉၃။ အင်ဂျင်နှိုးတယ် မနိုးဘူး ဘာလုပ်ရမလဲ၊ ဘာတွေကြောင့်ဖြစ်နိုင်လဲ။

B&W engines ရဲ့Instruction manual မှာဖော်ပြထားတဲ့ Starting Difficulties တွေကို အောက်မှာ ကောက်နုတ်တင်ပြထားပါတယ်။

**Starting Difficulties**

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| Engine fails to turn on starting air after START order has been given | 1 | Pressure in starting air receiver too low. | Start the compressors. Check that they are working properly. |
| | 2 | Valve on starting air receiver closed. | Open the valve. |
| | 3 | Valve to starting air distributor closed. | Open the valve. |
| | 4 | No pressure in the control air system. | Check the pressure (normally 7 bar). If too low, change over to the other reducing valve and clean the filter. |
| | 5 | Main starting valve (ball valve) locked in closed position. | Lift locking plate to working position. |
| | 6 | Main starting valve (ball valve) does not function owing to activated turning gear locking device. | Release the turning gear locking device. |
| | 7 | Control selectors are wrongly set. | Correct the setting. |
| | 8 | The starting air distributor has not activated its end stop valve. | Lubricate and make the shaft movable so that the distributor moves easily. Check and adjust the air cylinder and end stop valves. |
| | 9 | Pistons in starting air distributor sticking. | Lubricate and make the pistons movable. Overhaul the starting air distributor. |

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| | 10 | Distributor wrongly adjusted. | Check the timing marks, *see Vol. II, Maintenance, proc. 907-2.* Alternatively, with engine piston 1 in TDC, check that the starting air distributor piston for cyl. 1 is lifted to the same height (within a tolerance of about 0.2 mm) by, respectively, the AHEAD and ASTERN cam of the starting air distributor. |
| | 11 | Sticking control valve for starting air distributor. | Overhaul the control valve slide. |
| | 12 | Starting air valves in cylinder covers defective. | Pressure-test the valves. Replace or overhaul defective valves, *see also Chapter 703, Item 7, 'Operations AFTER arrival in port'.* |
| | 13 | Control air signal for starting does not reach the engine. | Find out where the signal has been stopped and correct the fault. |
| | 13A | Propeller blades are not on zero-pitch (CPP-plants). | Set pitch to zero position. |
| **Engine does not reverse when order is given.** | 14 | Coil of solenoid valve for the desired direction of rotation does not receive voltage. | *See the 'Bridge Control' instruction book.* |
| | 15 | Control air signal for the desired direction of rotation does not reach the engine. | By loosening one copper pipe at a time on the signal's route through the system, find the defective valve or pipe which stops the signal. Repair or replace the valve. |
| **Engine turns too slowly (or unevenly) on starting air** | 16 | 'Slow-turning' (option) of engine adjusted too low. | Set the 'slow-turning' adjustment screw so that the engine turns as slowly as possible without faltering. |

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| | 17 | 'Slow-turning' (option) is not cancelled (automatic control). | *See the 'Bridge Control' instructions.* |
| | 18 | Faulty timing of starting air distributor. | Check the timing, *see also point 10.* |
| | 19 | Defective starting valves in cylinder covers. | Pressure-test the valves for leakages, *see also Chapter 703, Item 7, 'Operations AFTER arrival in port'.* Replace or overhaul the defective valves. |
| **Engine turns on starting air but stops, after receiving order to run on fuel.** | 20 | Puncture valves not de-aerated. | Find the cause of the stop-order and correct the fault. |
| | 21 | Shut-down of engine. | Check pressure and temperature. Reset 'shut-down'. |
| | 22 | Sluggishness in the manoeuvring gear. | Lubricate the manoeuvring gear. Ensure that the fuel pumps, rod connections and bearings are movable. *See Chapter 702, Item 9.* |
| | 23 | Faulty adjustment of manoeuvring gear. | Check the rod connections. Check that the fuel pump index corresponds to *'Adjustment on testbed', see under Chapter 701.* |
| | 24 | Governor air booster (Woodward) does not supply oil pressure to the governor during the starting air period. (Woodward governor only). | *See the Governor instructions.* |
| | 25 | The pre-set speed setting pressure to the governor (Woodward), is set too low, or for too short a period. | The pressure shall be set between 1.6 and 2.0 bar, and maintained for about 6 seconds. |

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| | 26 | Engine runs too long on starting air, so the governor has time to regulate the pump index downwards, before running starts on fuel oil. | Automatic running: Adjust the starting level, *see Plates 70305 and 70311.* Manual running: Shorten the starting air period. |
| | 27 | Fault in governor. | Woodward governor<br>Check that the governor functions with the correct oil pressure.<br><br>Check that the limiting functions in the governor are adjusted correctly.<br><br>Deflection at the starting moment shall be about 6 on the terminal lever scale.<br><br>For further fault-finding, *see the Governor instructions.*<br><br>Electronic governor<br>*See the Governor instruction book.*<br><br>*See also 'Difficulties during Running', Point 28, further on in this Chapter.* |
| **Engine turns on fuel, but runs unevenly (unstable) and will not pick-up rpm.** | 28 | Auxiliary blowers not functioning. | Start auxiliary blowers. |
| | 29 | Scavenge air limit set at too high or too low level. | Check level of scavenge air limiter.<br><br>Check the scavenge air pressure and the exhaust gas pressure at the actual load. Compare the pressures with shop or seatrial observations. |

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| | 30 | Fuel filter blocked. | Clean the filter. |
| | 31 | Too low fuel pressure. | Increase the pressure. |
| | 32 | One or more cylinders not firing. | Check suction valve and puncture valve in fuel pump.<br><br>Check individual index, if no index, check the rod connections and the safety shut-down system.<br><br>If fault not found, change fuel valves. |

၁၉၄။ အင်ဂျင်မောင်းနှင်နေစဉ်မှာ ဖြစ်ပေါ်တတ်တဲ့ ပြဿနာများကို ဖော်ပြပါ။

B &W engines instruction manualမှာဖော်ပြထားတဲ့ Running difficulties များကိုအောက်မှာ ကောက်နုတ်ဖော်ပြထားပါတယ်။

**Running Difficulties**

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| **Exhaust temperature rises a) all cyl.** ⋆) | 1 | Increased scavenge air temperature owing to inadequate air cooler function. | *See Chapter 706: The section entitled 'Evaluation of Records", point 3, 'Air Cooler Synopsis'.* |
| | 2 | Fouled air and gas passages. | Clean the turbine by means of dry cleaning/water washing.<br>Clean the blowers and air coolers, *see Chapter 706 'Cleaning of Turbochargers and Air Coolers.*<br>Check the back pressure in the exhaust gas system just after the T/C turbine side. ⋆) |
| | 3 | Inadequate fuel oil cleaning, or altered combustion characteristics of fuel. | *See Chapter 705 'Fuel & Fuel Treatment'.* ⋆) |
| | 4 | Wrong position of camshaft (Maladjusted or defective chain drive). | Check $p_{max}$.<br>Check camshaft with pin gauge.<br>Check chain tension. |
| **b) single cyl.** | 5 | Defective fuel valves, or fuel nozzles. | ⋆) |
| | 6 | Leaking exhaust valve | Replace or overhaul the valve. ⋆) |
| | 7 | Blow-by in combustion chamber. | ⋆) |
| | 8 | Wrongly adjusted, or slipped, fuel cam. | Check the fuel pump lead. |
| **Exhaust temperature decreases. a) all cyl.** | 9 | Falling scavenge air temperature. | Check that the seawater system thermostat valve is functioning correctly. |

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| | 10 | Air/gas/steam in fuel system. | Check the fuel oil supply and circulating pump pressures. Check the function of the de-aerating valve. Check the suction side of the supply pumps for air leakages. Check the fuel oil preheater for steam leakages. |
| **b) single cyl.** | 11 | Defective fuel pump suction valve. | Repair the suction valve. |
| | 12 | Fuel pump plunger or puncture valve sticking or leaking. | Replace the fuel pump or the puncture valve. |
| | 13 | Reversible roller guide in wrong position (reversible engines). | Check the roller guide mechanism for seized bearings, roller guide, roughened rollers or cam etc. In case of seizure being observed, check the cam shaft lub. oil filter as well as the by-pass filter for possible damage. |
| | 14 | Exhaust valve sticking in open position. | Replace the exhaust valve. |
| **Engine r/min decrease** | 15 | Oil pressure before fuel pumps too low. | Raise the supply and circulating pump pressures to the normal level. |
| | 16 | Air/gas/steam in the fuel oil. | *See point 10.* |
| | 17 | Defective fuel valve(s) or fuel pump(s). | Replace and overhaul the defective valve(s) and pump(s). |
| | 17a | Fuel index limited by torque/ scavenge air limiters in the governor due to abnormal engine load. | *See Chapter 706 'Observations during Operation', Item 2.1 'Operating Range Load Diagram'.* |

| Difficulty | Point | Possible Cause | Remedy |
|---|---|---|---|
| | 18 | One (or more) reversible roller guides in wrong position (reversible engines). | *See point 13.* |
| | 19 | Water in fuel oil. | Drain off the water and/or clean the fuel more effectively. |
| | 20 | Fire in scavenge air box. | *See Chapter 704.* |
| | 21 | Slow-down or shut-down. | Check pressure and temperature levels. If these are in order, check for faults in the slow-down equipment. |
| | 22 | Combustion characteristics of fuel oil. | When changing from one fuel oil type to another, alterations can appear in the r/min, at the same pump index. |
| | 23 | Fouling of hull.<br>Sailing in shallow water. | *See Chapter 706, 'Observations during Operation', Item 2.1, 'Operating Range Load Diagram'.* |
| **Smoky exhaust** | 24 | Turbocharger revolutions do not correspond with engine r/min. | Some smoke development during acceleration is normal; no measures called for.<br>Heavy smoke during acceleration: Fault in governor limiters setting. |
| | 25 | Air supply not sufficient. | *See reference quoted under point 1.*<br>Check engine room ventilation. |
| | 26 | Defective fuel valves (incl. nozzles). | *See point 5, and Chapter 706, Appendix 2 (incl. Plate 70618).* |
| | 27 | Fire in scavenge air box. | *See Chapter 704.* |
| | 28 | Governor failure/erratic regulation. | *See Item 4.2, 'Supplementary Comments.* |