AUTOMOTIVE TECHNOLOGY

Volume-1

HTUN MYINT HTAY (M.E., MECHANICAL)

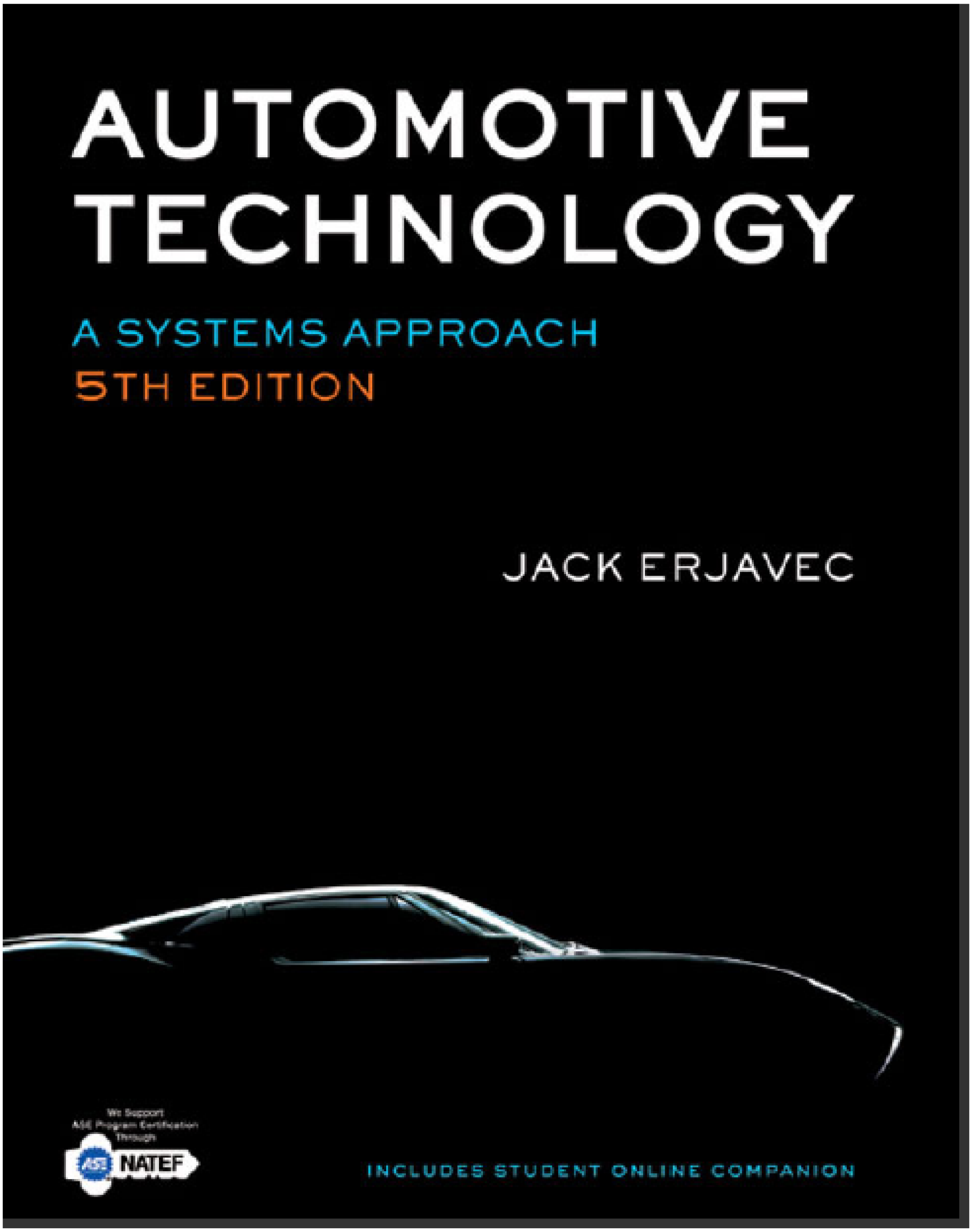
မာတိကာ

Chapter (1) Automotive Systems……………………………………………………………………………………………….5
Chapter (2) Hand Tools and Shop Equipment…………………………………………………………………………….15
Chapter (3) Automotive Engine Designs and Diagosis……………………………………………………………… 62
Chapter (4) Diagnostic Equipment and Special Tools
Chapter (5) Working Safety in the Shop
Chapter (6) Preventive Maintanence and Basic Services
Chapter (7) Basic Theories and Math
Chapter (8) Engine Disassembly and Cleaning
Chapter (9) Lower End Theory and Service
Chapter (10) Upper End Theory and Service
Chapter (11) Engine Sealing and Reassembly
Chapter (12) Lubricating and Cooling Systems
Chapter (13) Basics of Electrical Systems
Chapter (14) General Electrical System Diagnostics and Service
Chapter (15) Batteries: Theory, Diagnostics and Service
Chapter (16) Starting and Traction Motor Systems
Chapter (17) Charging Systems
Chapter (18) Lighting Systems
Chapter (19) Electrical Instrumentation
Chapter (20) Basics of Electronics and Computer Systems
Chapter (21) Electrical Accessories
Chapter (22) Restraint Systems: Theory, Diagnostics and Service
Chapter (23) Engine Performance Systems
Chapter (24) Detailed Diagnostics and Sersors
Chapter (25) Ignition Systems
Chapter (26) Ignition Systems Diagnostics and Service
Chapter (27) Fuel Delivery Systems
Chapter (28) Electronic Fuel Injection
Chapter (29) Fuel Injection System Diagnosis and Service
Chapter (30) Intake and Exhaust Systems
Chapter (31) Emission Control Systems
Chapter (32) Emission Control Diagnosis and Service
Chapter (33) Fuel and Other Energy Sources
Chapter (34) Clutches
Chapter (35) Manual Transmissions and Transaxles
Chapter (36) Manual Transmissions and Transaxles Service
Chapter (37) Drive Axles and Differentials
Chapter (38) Automatic Transmissions and Transaxles
Chapter (39) Electronic Automatic Transmissions
Chapter (40) Automatic Transmissions and Transaxles Service
Chapter (41) Four- and All-Wheel Drive
Chapter (42) Tires and Wheels
Chapter (43) Suspension Systems
Chapter (44) Steering Systems
Chapter (45) Wheel Alignment
Chapter (46) Brake Systems
Chapter (47) Drum Brakes

Chapter (48) Disc Brakes
Chapter (49) Antilock Brake, Traction Control and Stability Control Systems
Chapter (50) Heating and Air-Conditioning
Chapter (51) Air-Conditioning Diagnosis and Service

အမှာစာ

Automotive Technology စာအုပ်ကို JACK ERJAVEC ရေးသားသော Automotive Technology A Systems Approach 5th Edition စာအုပ်ကို အဓိက အားထားပြီး ရေးသားပြုစုထားပါသည်။



CHAPTER (1)
AUTOMOTIVE SYSTEMS

1.1. THE BASIC ENGINE

ကားများကို ရွေ့လျားမောင်းနှင်ရန် အင်ဂျင်ပါရှိပါသည်။ ကားအင်ဂျင်များအားလုံးကို ဒီဇယ်အင်ဂျင်နှင့် ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်ဆိုပြီး နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်ပြီး ဤအင်ဂျင်နှစ်မျိုးစလုံးသည် အတွင်းမီးလောင်ပေါက်ကွဲသောအင်ဂျင် (Internal Combustion Engine) အမျိုးအစားများ ဖြစ်ကြပါသည်။ အင်ဂျင်ထဲကို ဆီနဲ့လေကို ရောနှောစေကာ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေခြင်းဖြင့် ပါဝါရရှိစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

ကားကြီးတွေမှာ ဒီဇယ်အင်ဂျင်ကိုသာ အသုံးပြုကြပြီး တချို့ကားသေးများတွင်လည်း အသုံးပြုကြပါသည်။ ဒီဇယ်အင်ဂျင်နဲ့ ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်အဓိက အချက်တွေက အတူတူပင်ဖြစ်သော်လည်း သူတို့ရဲ့ အလုပ်လုပ်ပုံကတော့ အတော်ကွဲပြားမှု ရှိပါသည်။

ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တွင် ဓာတ်ဆီနှင့်လေကို ကာဗရိုက်တာ(Carburetor)ကနေ ရောနှောပေးပြီး အင်ဂျင်ထဲထည့်ကာ ပစ်စတင် ဖြင့်ဖိသိပ်ကာ အပူချိန်နှင့်ဖိအားများနေချိန်တွင် စပတ်ပလပ် (Spark Plug) မှ မီးထွက်စေပြီး မီလောင်းပေါက်ကွဲကာ ပါဝါရရှိစေပါ သည်။

ဒီဇယ်အင်ဂျင်တွင် အင်ဂျင်ထဲကို လေတစ်မျိုးထဲကိုသာထည့်ပြီး ပစ်စတင် ဖြင့်ဖိသိပ်ကာ အပူချိန်နှင့်ဖိအားများနေချိန်တွင် နော်ဇယ်မှ ဒီဇယ်ဆီအမှုန်အမွှားလေးများကို ဖြန်းပေးစေခြင်းဖြင့် မီလောင်းပေါက်ကွဲကာ ပါဝါရရစေပါသည်။

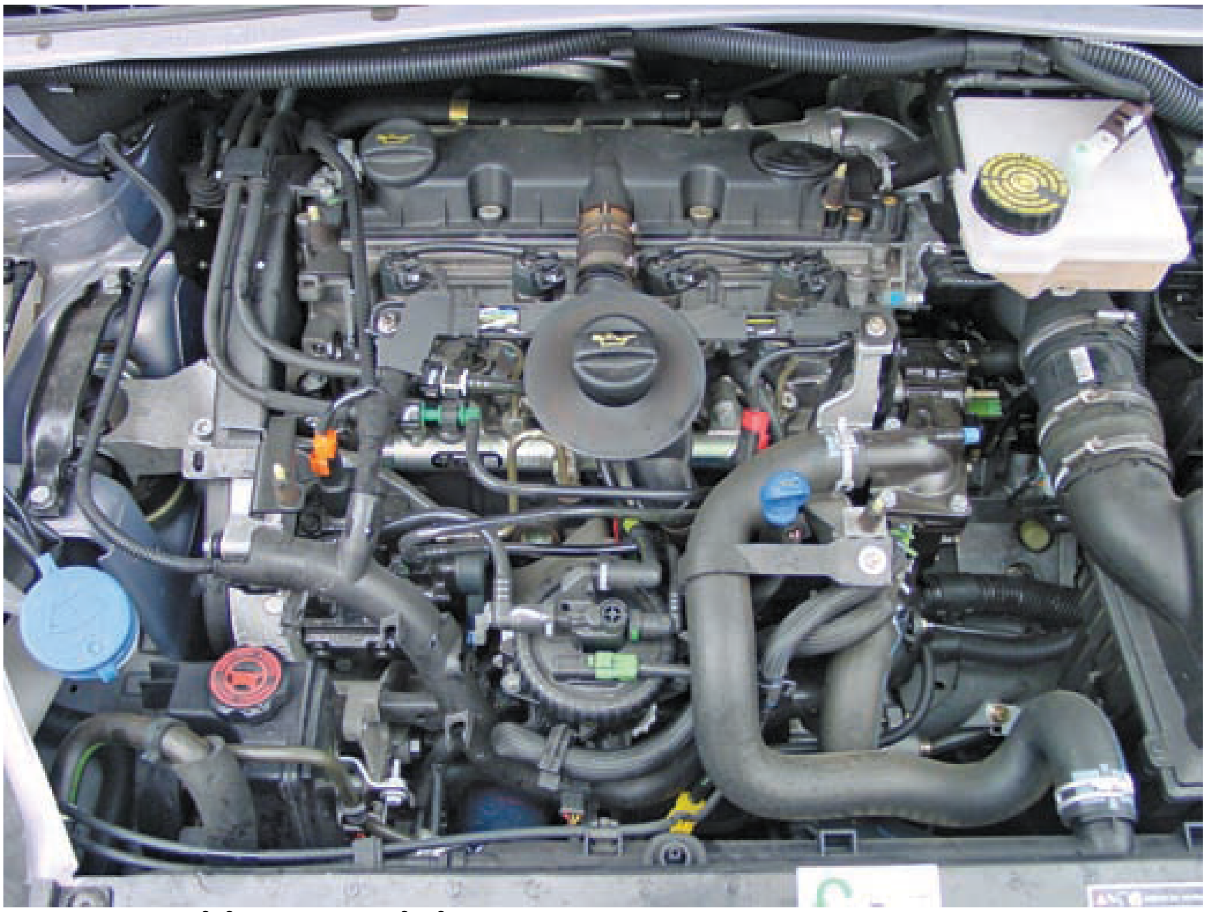


Figure (1-1) ဆလင်ဒါလေးလုံးကားအင်ဂျင်ပုံ

1.1.1. Cylinder Block (ဆလင်ဒါလလောက်)

ဆလင်ဒါဘလောက်ကို အင်ဂျင်ဘလောက်လို့ခေါ်ပြီး အင်ဂျင်ရဲ့အကြီးဆုံးအပိုင်း ဖြစ်ပါသည်။ သွန်းသံ (Cast Iron) သို့မဟုတ် အလူမီနီယမ် (Aluminium) နဲ့ တည်ဆောက်ပါသည်။ ဆလင်ဒါဘလောက်တွင် ရေသွားရန် ချောဆီများသွားရန် အပေါက်များ ဖေါက်ထားပါသည်။ ပစ်စတင်ရွေ့လျားသွားလာအလုပ်လုပ်ရန် ဆလင်ဒါများ ပါရှိရပါသည်။ ဆလင်ဒါဘလောက်တွင် အခြားစက်မှုဆိုင်ရာပစ္စည်းများကို တပ်ဆင်ရပါသည်။

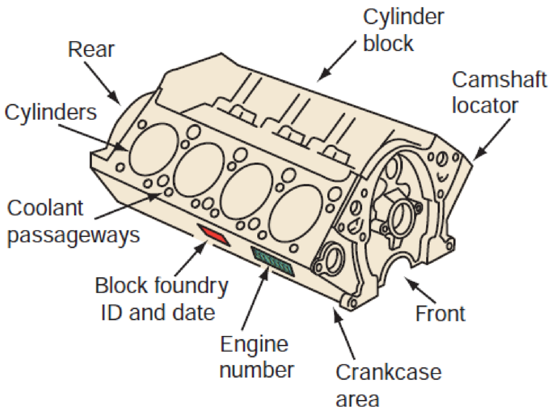


Figure (1-2) ဆလင်ဒါရှစ်လုံးပါသော အင်ဂျင်ဘလောက်ပုံ

1.1.2. Cylinder Head (ဆလင်ဒါဟက်)

ဆလင်ဒါဟက်ကို ဆလင်ဒါဘလောက်အပေါ်မှာ တပ်ဆင်ရပါသည်။ ဆလင်ဒါဘလောက်နှင့် ဆလင်ဒါဟက်တို့ကို Head Gasket ဖြင့် တပ်ဆင်ရပါသည်။ ဆလင်ဒါဟက်တွင် Combustion Chamber အခန်း ပါရှိပြီး ဆလင်ဒါထဲကို အဝင်အထွက် Inlet Port, Exhaust Port များပါရှိပါသည်။ ဆလင်ဒါဟက်ကိုလည်း သွန်းသံ (Cast Iron) သို့မဟုတ် အလူမီနီယမ် (Aluminium) နဲ့ တည်ဆောက်ပါသည်။

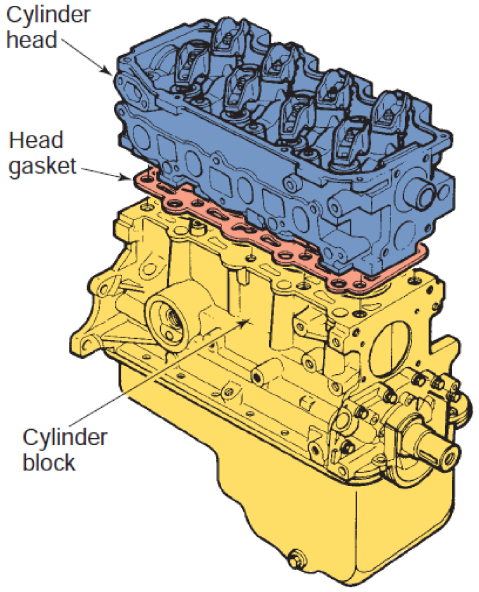


Figure (1-3) ဆလင်ဒါဘလောက်၊ ဆလင်ဒါဟက်ပုံ

1.1.3. Piston (ပစ်စတင်)

ပစ်စတင်ထိပ်နှင့် ဆလင်ဒါဟက်ကြားတွင် မီးလောင်ပေါက်ကွဲပါသည်။ ပစ်စတင်သည် အအေးဗူးပုံစံရှိပြီး ဆလင်ဒါထဲတွင် တင်းတင်းရင်းရင်း ထည့်ထားရပါသည်။ ဆလင်ဒါလေးလုံးပါသောအင်ဂျင်တွင် ပစ်စတင်လေးလုံးရှိပြီး တစ်လုံးချင်းသည် Intake Stroke, Compression Stroke, Power Stroke, Exhaust Stroke တွေ အလှည့်ကျဖြစ်နေပါသည်။ အင်းတိတ်စတုပ်တွင် ပစ်စတင်သည် အောက်ဖက်ကို ရွှေ့နေပြီး Inlet Port ဖွင့်နေပြီး လေနဲ့ဆီအရောအနှောကို ဆလင်ဒါအတွင်း ဝင်စေပါသည်။ ကွန်းပရက်ရှင်းစတုပ်တွင် ပစ်စတင်သည် အပေါ်ဖက်ကို ရွှေ့နေပြီး Inlet Port နှင့် Exhaust Port ပိတ်နေပြီး လေနဲ့ဆီအရောအနှောကို ဖိသိပ်ပါသည်။ ဆလင်ဒါအတွင်းရှိသောလေနဲ့ဆီအရောအနှောသည် ဖိအားများပြီး အပူချိန်လည်း များလာပါသည်။ အဲ့ဒီအချိန်တွင် စပတ်ပလပ်က မီးခတ်ပေးလိုက်သောအခါ မီးလောင်ပေါက်ကွဲကာ ပစ်စတင်အပေါ်တွန်းပေးခြင်းခြင့် ပါဝါရရှိပါသည်။ ပစ်စတင်သည် အပေါ်ဖက်ကို ပြန်တက်သောအခါ မီးလောင်းပြီးသော မီးခိုးငွေ့တွေကို Exhaust Port ကနေ အင်ဂျင်အပြင်ဖက်ကို ထုတ်ပစ်ပါသည်။ ဤသို့ဖြင့် ပစ်စတင်သည် အင်ဂျင်ထဲတွင် အထက်အောက် ရွှေ့လျားနေပါသည်။

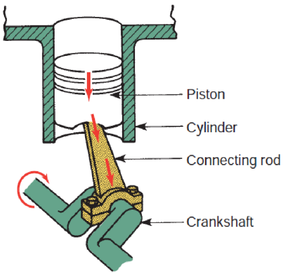


Figure (1-4) ပစ်စတင်ပုံ

1.1.4. Connecting Rods and Crankshaft

ပစ်စတင်ရဲ့ရွှေ့လျားမှုသည် အင်ဂျင်ထဲတွင် အပေါ်အောက်သာ ရွှေ့လျားနေပါသည်။ အဲ့ဒီအရွှေ့ကနေ လည်ပတ်မှုရအောင် စက်မှုနည်းပညာကို အသုံးပြုပါသည်။ ပစ်စတင်ကို ကရိုင်းရှပ် Crankshaft ဆီကို ကွန်နက်တီးရော့ Connecting Rod နဲ့ ဆက်ထားပါသည်။ ပုံ (1-4) ကိုကြည့်ပါ။

1.1.5. Valve Train

Intake Stroke နှင့် Exhaust Stroke တွေမှာ Inlet Port နှင့် Exhaust Port တွေသည် အချိန်ကိုက်အဖွင့်အပိတ်လုပ်ပေးရပါသည်။ အဲ့လိုလုပ်ပေးခြင်းကို Valve Train လို့ ခေါ်ပါသည်။ တိုင်းမင်ကိုက်စေရန် Crankshaft နှင့် Camshaft တို့ကို ချိတ်ဆက်ထားပါသည်။ Inlet Port နှင့် Exhaust Port တွေကို စပရိန်နဲ့ အပိတ်ပုံစံလုပ်ထားပါသည်။ ဖွင့်ချင်ရင် စပရိန်အားကို ကျော်လွန်အောင် Pushrod ကနေ ဖိပေးပါသည်။ ပွတ်ရော့ဘယ်အချိန်မှာ ဖွင့်ရမလဲဆိုတာ Camshaft ရဲ့ လည်ပတ်မှုပေါ် မူတည်နေပါသည်။

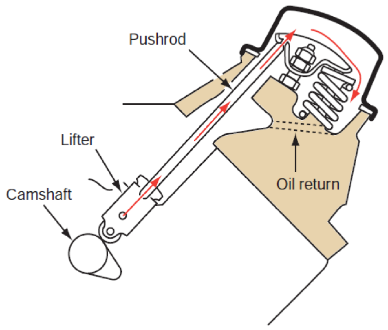


Figure (1-5) The valve train for one cylinder of an overhead valve engine

1.1.6. Manifolds

Intake Manifold နှင့် Exhaust Manifold နှစ်ခုရှိပါသည်။ ဆလင်ဒါလေးလုံးထိုးဆိုရင် မီနီဖိုးက လေးခွဲသွားခြင်း၊ လေးခု စုစည်းပေးခြင်းတို့ကို လုပ်ပေးပါသည်။

Figure (1-6) အပြာရောင်သည် အင်းတိတ်မီနီဖိုးဖြစ်ပြီး အနီရောင်သည် အိတ်ဇောမီနီဖိုးဖြစ်ပါသည်။

1.2. ENGINE SYSTEMS

ကားအင်ဂျင်ကို စနစ်တကျ လေ့လာခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ ဆိုင်ရာဆိုင်ရာကို စစ်စတမ်တွေနဲ့ စုစည်းဖော်ပြခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

1.2.1. Lubrication System

အင်ဂျင်ထဲတွင် ပစ်စတင်ကဲ့သို့သော စက်မှုပစ္စည်းတွေသည် အမြဲရွေ့လျား အလုပ်လုပ်နေသောကြောင့် တခုတခုနဲ့ ပွတ်တိုက်ကာ အပူထွက်လာပါသည်။ တခုနဲ့တခု ပွတ်တိုက်မှုဒဏ်သက်သာစေရန် ချောဆီပို့ပေးရပါသည်။ ဤချောဆီကို အင်ဂျင်ဝိုင်လို့ ခေါ်ပါသည်။ အင်ဂျင်ဝိုင်ကို Engine Block အောက်ဖက်တွင် Oil Pan ထဲတွင် ထည့်ပါသည်။ အင်ဂျင်ဝိုင်ကို သန့်စင်စေရန် Oil filter ကို ဖြတ်သန်းစေရပါသည်။ Oil filter သည် အင်ဂျင်ဝိုင်ထဲတွင် ပါဝင်သော အညစ်အကြေးများကို ဖယ်ထုတ်ပေးပါသည်။ Oil filter ကို အသစ်လည်လဲပေးရပါသည်။

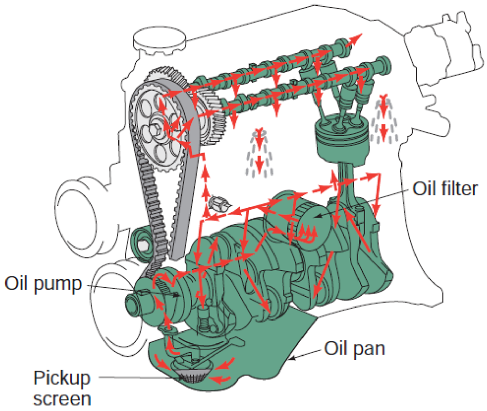


Figure (1-7) Oil flow in a typical engine's lubrication system

1.2.2. Cooling System

အင်ဂျင်ထဲတွင် မီးလောင်ပေါက်ကွဲမှုတွေ ဖြစ်နေတာဆိုတော့ အပူများစွာ ဖြစ်ပေါ်နေပါသည်။ အဲ့ဒီအပူကို လျော့ချဖို့ Cooling System ကို အသုံးပြုရပါသည်။ Cooling System တွင် ရေတိုင်ကီ (Radiator), ရေပန့် (Water

Pump), Radiator Hose, အင်ဂျင်ဘလောက်ထဲတွင်ရေပေါက်များ (Water Jackets) တို့ ပါဝင်ပါသည်။ ရေတိုင်ကီထဲမှ ရေများသည် ရေဆူမှတ်ထက်တောင် ပူလာသဖြင့် ရေတိုင်ကီအပေါ်ဖက်တွင် Pressure Cap ကို တပ်ဆင်ထားပါသည်။ ပရက်ဆာကပ်တွင် စပရိန်ပါရှိပြီး ရေရဲ့အပူချိန်နဲ့ ဖိအားပေါ်မူတည်ပြီး စပရိန်ကို တွန်းကန်ပြီး ရေနွေးငွေ့များ ထွက်သွားပါသည်။ ကားကို ရပ်ပြီးပြီးချင်း ပရက်ဆာကပ်ကို ဘယ်တော့မှ သွားမဖွင့်ပါနဲ့။ အင်ဂျင်အေးသွားမှသာ ဖွင့်ချင်ဖွင့်ပါ။ အင်ဂျင်က အပူနဲ့အလုပ်လုပ်ရတာဆိုတော့ အရမ်းအေးသွားလို့ မဖြစ်သေးတာကြောင့် Thermostat သာမိုစတက်ကို တပ်ထားပါသည်။ သာမိုစတက်က ချိန်ထားတဲ့ အပူချိန်ရောက်မှ ရေအသွားအလာဖွင့်ပေးပြီး Cooling System ကို အလုပ်လုပ်စေပါသည်။ အရမ်းအေးတဲ့နိုင်ငံတွေမှာ အရေးကြီးပါသည်။

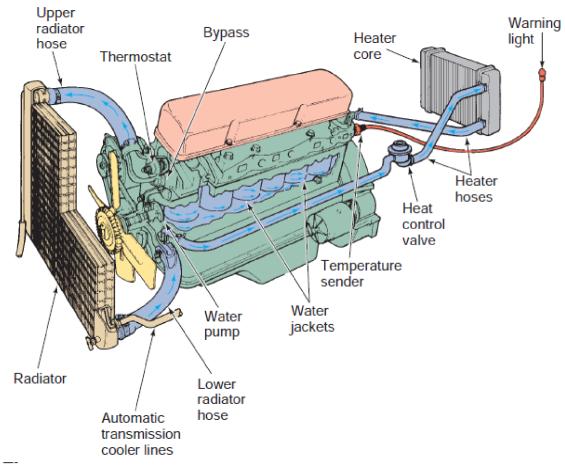


Figure (1-8) A typical engine cooling system

1.2.3. Fuel and Air System

ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တွင် ဓာတ်ဆီတိုင်ကီပါရှိပြီး တိုင်ကီကနေ အင်ဂျင်ထဲရောက်သည့်အထိ ပို့ပေးရပါသည်။ ဆီကိုထိန်းချုပ်သည့်အလုပ်သည် အခက်ခဲဆုံး အလုပ်ဖြစ်ပါသည်။ ဆီနဲ့လေကို အချိုးကျရောစပ်ပေးပြီး အင်ဂျင်ထဲ ထည့်ပေးရပါသည်။ လေကိုလည်း ဆီနဲ့မရောခင် သန့်စင်နေဖို့ Air Filter ကို ဖြတ်လာရပါသည်။

Figure (1-9) The intake system for a V-10 Engine

1.2.4. Emission Control System

အင်ဂျင်က ထုတ်လွှတ်လိုက်သော အိတ်ဇောထဲတွင် ဟိုက်ဒရိုကာဗွန် (HC) Hydrocarbons, ကာဗွန်မိုနောက်ဆိုက် (CO) Canbonmonoxide, အောက်ဆိုက်အော့နိုက်ထရိုဂျင် (NO_X) Oxides of Nitrogen တွေ ပါသွားပါသည်။

Environmental Protection Agency တည်ထောင်ပြီး ကားကထုတ်လွှတ်သော မကောင်းဆိုးဝါးဓာတ်ငွေ့တွေကို ထိန်းချုပ်လာပါသည်။ အဲ့ဒီအေဂျင်စီက Standard တွေ ထုတ်ပြန်ပြီး ကားထုတ်လုပ်သူတွေကို ထိန်းချုပ်ပါသည်။ လေထုညစ်ညမ်းမှုကို ထိန်းချုပ်ပေးသောနည်းလမ်းများကို ဖော်ပြပါမည်။

1.2.4.1. Positive Crankcase Ventilation (PCV) System

သည်နည်းကတော့ ဟိုက်ဒရိုကာဗွန် (HC) Hydrocarbons ကို လျော့ချပေးသည့်နည်း ဖြစ်ပါသည်။ Crankcase ထဲက အင်ဂျင်ဝိုင်တွေ အငွေ့ပျံပြီး ဆလင်ဒါထဲကို အင်တိတ်မီနီဖိုးကနေ ဝင်ရောက်မီးလောင်ကျွမ်းကာ အိတ်ဇောကနေ ဟိုက်ဒရိုကာဗွန်တွေ ထွက်လာခြင်းကို ထိန်းချုပ်ခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

1.2.4.2. Evaporative Emission Control System

သည်နည်းကလည်း ဟိုက်ဒရိုကာဗွန် (HC) Hydrocarbons ကို လျော့ချပေးသည့်နည်း ဖြစ်ပါသည်။

1.2.4.3. Exhaust Gas Recirculation (EGR) System

သည်နည်းကတော့ အောက်ဆိုက်အော့နိုက်ထရိုဂျင် (NO_X) Oxides of Nitrogen လျော့ချပေးသည့်နည်း ဖြစ်ပါသည်။ အင်ဂျင်က ထုတ်လိုက်သော အိတ်ဇောကို အင်ဂျင်ဆလင်ဒါထဲ ပြန်ထည့်ပြီး အသုံးပြုခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

1.2.4.4. Catalytic Converter

သည်နည်းကတော့ Catalytic Converter ကို အိတ်ဇောလိုင်းတွင် တပ်ဆင်ပြီး အသုံးပြုပါသည်။ ဟိုက်ဒရိုကာဗွန် (HC) Hydrocarbons, ကာဗွန်မိုနော့ဆိုက် (CO) Canbonmonoxide, အောက်ဆိုက်အော့နိုက်ထရိုဂျင် (NO_X) Oxides of Nitrogen တွေကို လျော့ချပေးနိုင်ပါသည်။

1.2.4.5. Air Injection System

သည်နည်းကလည်း ဟိုက်ဒရိုကာဗွန် (HC) Hydrocarbons ကို လျော့ချပေးသည့်နည်း ဖြစ်ပါသည်။ အိတ်ဇောထဲကို လေသန့်ထည့်ပေးတဲ့နည်း ဖြစ်ပါသည်။

1.3. Exhaust System

အိတ်ဇောစစ်စတမ်ကတော့ အင်ဂျင်ထဲတွင် Exhaust Stroke ကနေ ထုတ်လွှတ်လိုက်သော မီးခိုးငွေ့တွေကို လူတွေနဲ့ဝေးရာရောက်အောင် ထုတ်ပေးခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ Exhaust System တွင် Exhaust Manifold အိတ်ဇောမီနီဖိုး၊ အိတ်ဇောပိုက်၊ Catalyst Converter၊ တွေ ပါရှိပါသည်။

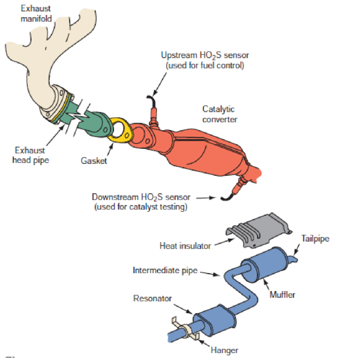


Figure (1-10) A typical exhaust system on a late-model car

1.4. Electricl and Electronic Systems

ကားတွင် ကားဘယ်ထရီကစပြီး လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာစစ်စတမ်များ များစွာရှိပါသည်။ အဓိကစစ်စတမ်များကတော့ (1) Ignition System, (2) Starting System, (3) Charging System, (4) Lighting System နှင့် အခြားစစ်စတမ်တွေ ရှိပါသည်။

1.4.1. Ignition System

ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တွင် လေနဲ့ဆီအရောအနှောကို ပစ်စတင်က ဖိသိပ်ပြီးပါက စပတ်ပလပ်ကနေ မီးခတ်ဖို့ လိုပါသည်။ ဒီဇယ်အင်ဂျင်မှာတော့ စပတ်ပလပ်မလိုပါ။ Ignition System တွင် ဘယ်ထရီ၊ Ignition Coil, Spark Plug တွေပါရှိပါသည်။ Ignition Coil က ဘယ်ထရီလာသောဗို့ကို ဗို့အား ၃၀၀၀၀ ကနေ ၁၀၀၀၀၀အထိ ပြောင်းပေးပါသည်။ အင်ဂျင်ရဲ့လည်ပတ်ပုံပေါ်မူတည်ပြီး မီးခတ်ရမဲ့အချိန်မှာ စပတ်ပလပ်က မီးခတ်ပေးခြင်းကို Ignition System လို့ ခေါ်ပါသည်။

1.4.1.1. Crankshaft Position Sensor

Sensor ဆိုသည်မှာ အခုခေတ်နောက်ဆုံးပေါ်အင်ဂျင်တွေမှာ တပ်ဆင်ထားပြီး အင်ဂျင်ရဲ့ဖြစ်ပေါ်နေတဲ့ အခြေအနေတွေကို တိုင်းတာတဲ့ ကိရိယာလေးတွေကို ခေါ်ပါသည်။ Crankshaft Position Sensor ကို ကရိုင်းရှပ်တွင် တပ်ဆင်ပြီး ကရိုင်းရှပ်ဘယ်ဒီဂရီရောက်နေပြီးလဲ တိုင်းတာတဲ့ဆန်ဆာလေး ဖြစ်ပါသည်။ ရရှိလာသော သတင်းအချက်အလက်တွေကို Electronic Engine Control Module(ECM) ဆီကို ပို့ပေးပါသည်။ ECM က ဆန်ဆာတွေဆီ ကရရှိလာသော သတင်းအချက်အလက်တွေပေါ်မူတည်ပြီး ဘယ်အချိန်မှာ Spark Plug မီးခတ်ပေးရမလဲဆိုတာကို ထိန်းချုပ်ပါသည်။

အင်ဂျင်တစ်လုံးမှာ ဆလင်ဒါလေးလုံးပါက Ignition Coil ကနေ ထွက်လာသော ဗို့ကို Distributor ကနေ အလှည့်ကျ ပို့ပေးပါသည်။

Figure (1-11) An Ignition module and coil assembly for four cylinders

1.4.2. Starting and Charging System

အင်ဂျင်ကို စနိုးခြင်း ဖြစ်ပါတယ်။ ကိုဘိုတာတစ်လုံးထိုးအင်ဂျင်ကို လက်နဲ့လှည့်နိုးရတာ တွေ့ဖူးမှာပါ။ ကားအင်ဂျင်ကို ကားသော့လေးနဲ့ နိုးမှဖြစ်မှာပေါ့။ ကားသော့လေးလှည့်လိုက်သောအခါ ဘယ်ထရီက လျှပ်စစ်ကို Solennoid or relay ဆီကို ပို့ပေးပါသည်။ ရက်လေးသည် ဘယ်ထရီက လျှပ်စစ်ကို Starter Motor ဆီကို ရောက်အောင် လုပ်ပေးသဖြင့် စတတ်တာမော်တာလည်ကာ အင်ဂျင်ကရိုင်းရှပ်ကို လည်စေပြီး စက်နိုးခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

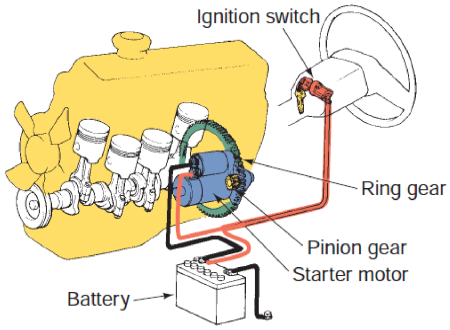


Figure (1-12) A typical starting system

စက်နိုးလိုက်တဲ့အတွက် ဘယ်ထရီကပါဝါက ကျသွားပါပြီ။ ဘယ်ထရီကအားကို Ignition System အတွက် ဆက်သုံးရမှာဆိုတော့ ဘယ်ထရီအားရှိဖို့ လိုပါသည်။ ထို့ကြောင့် ဘယ်ထရီအားသွင်းရန် AC Generator ကို တပ်ဆင်ရပါသည်။ ဂျင်နရေတာကို အင်ဂျင်က မောင်းနှင်ပေးပါသည်။

Figure (1-13) The major components of a late-model AC generator

1.4.3. Electronic Engine Controls (ECM)

နောက်ပိုင်းထုတ်လုပ်တဲ့ကားတွေအားလုံးကို Electronic Engine Controls (ECM) နဲ့ ထိန်းချုပ်မောင်းနှင်ပါသည်။ သည်စစ်စတမ်တွင် Electronic နဲ့ Electromechanical အစိတ်အပိုင်းတွေ ပါပါသည်။ အင်ဂျင်ရဲ့အလုပ်လုပ်နေတာကို အဆက်မပြတ် စောင့်ကြည့်နေပြီး ဆီကို လိုအပ်သလို ထိန်းချုပ်ပေးသဖြင့် ဆီစားသက်သာပါသည်။ အိတ်ဇောကထုတ်လိုက်သော အငွေ့တွေကို ထိန်းချုပ်ပေးပါသည်။

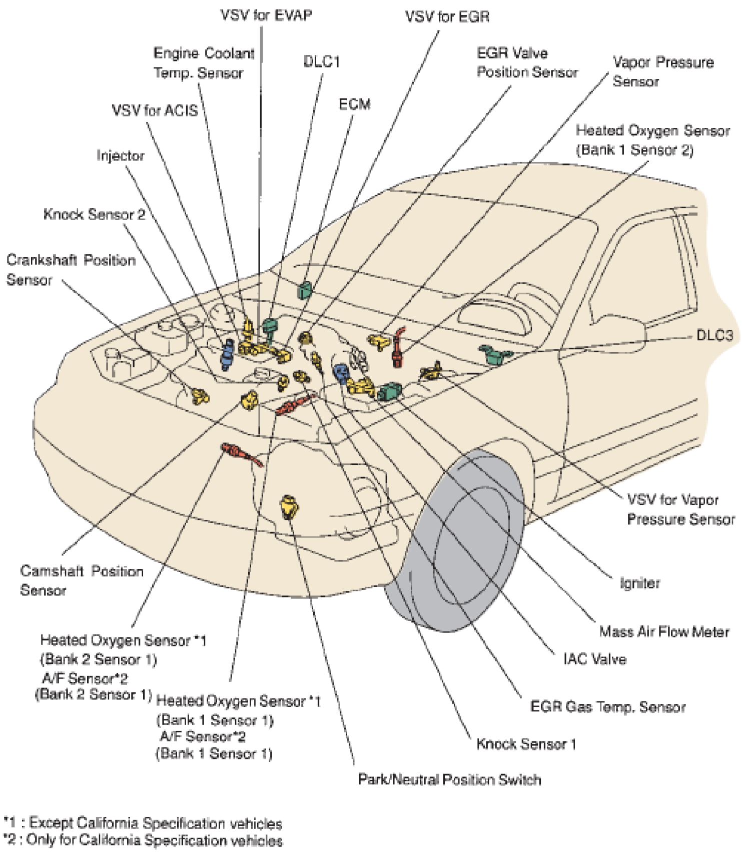


Figure (1-14) Late-model electronic engine control systems are made up of many different sensors and actuators and a central computer or control module

1.4.4. On-Board Diagnostics (OBD)

ဒီနေခေတ်ကားတွေမှာ On-Board Diagnostics နည်းပညာကို တွင်တွင်ကျယ်ကျယ်အသုံးပြုလာကြပါသည်။ OBD နည်းပညာတွင် Diagnostics Software နဲ့ ဖတ်နိုင်တဲ့ Engine and Transmission Control Modules တွေ၊ သူတို့ကိုဆက်သွယ်ပေးဆန်တာတွေ (Sensor)၊ Actuatorsတွေ ပါဝင်ပါသည်။ ကားမှာတစ်ခုခုဖြစ်ပါက ကား Dashboard မှာ "CHECK ENGINE" " SERVICE ENGINE SOON" စာတွေပေါ်လာပြီး သတိပေးပါသည်။ OBD Scanner နဲ့ ချိတ်ဆက်ပြီး ကြည့်ပါက Diagnostic Trouble Code သိပါက ဘယ်အပိုင်းမှာ ဘာဖြစ်နေတယ်ဆိုတာ အလွယ်တကူ သိနိုင်ပါသည်။

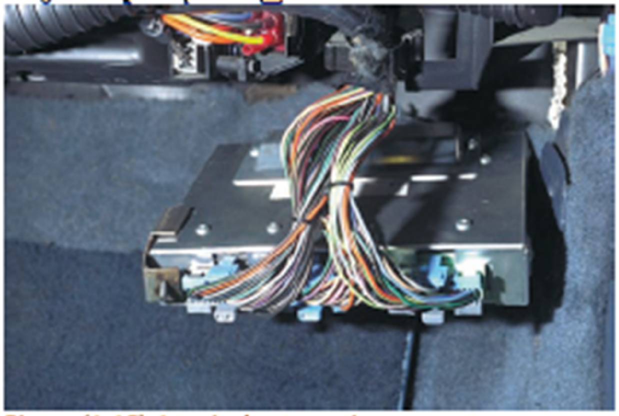


Figure (1-15) A typical automotive computer

1.4.5. Heating and Air-Conditioning Systems

1.4.5.1. Heating Systems

ကားကို အပူပေးတဲ့စနစ်ဖြစ်ပါသည်။ မြန်မာပြည်မှာ မသုံးပါ။

1.4.5.2. Air-Conditioning Systems

ကားအဲယားကွန်းကိုတော့ မြန်မာနိုင်ငံမှာ သုံးလာကြပါပြီ။ ဆီဈေးကြီးတဲ့အခါတွေမှာ မသုံးချင်ကြတာတွေရပါသည်။ အဲယားကွန်းဆိုသည်မှာ ကားထဲကို လေအေးတွေ ထည့်ပေးခြင်းပဲ ဖြစ်ပါသည်။ ကားအဲယားကွန်းကလည်း အိမ်တွေမှာသုံးတဲ့အဲယားကွန်းနဲ့အတူတူပင် ဖြစ်ပါသည်။ Refrigerant ကိုပဲ အသုံးပြုပါသည်။ ရက်ဖီးဂရန့်သည် အပူကို စုတ်ယူလိုက်ပြီး အရည်ကနေ အငွေ့ဖြစ်သွားပါသည်။ တနည်းအားဖြင့် အပူကို သယ်ဆောင်သွားနိုင်ပါသည်။ အဲယားကွန်းသည် ပိတ်ပြီးလည်နေသော Closed loop ဖြစ်ပြီး ဖိအားတွေနဲ့ အလုပ်လုပ်ပါသည်။ ဖိအားမြင့်အပိုင်းနဲ့ ဖိအားနိမ့်အပိုင်းဆိုပြီး နှစ်ပိုင်းရှိပါသည်။

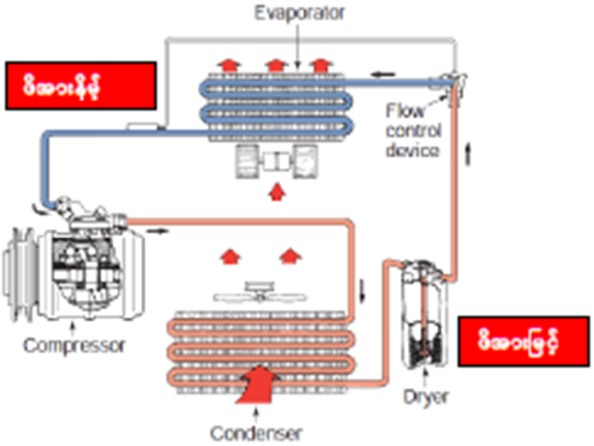


Figure (1-16) A simple look at an air conditioning system. The blue signifies low pressure and the red is high pressure

1.4.5.2.1. Compressor ကွန်ပရက်ဆာ

ကွန်ပရက်ဆာဆိုတာ သူ့နာမည်အတိုင်း ဖိသိပ်ပေးဖို့ ဖြစ်ပါသည်။ ဖိအားနဲ့အပူချိန်နိမ့်နေသော အီဗာပိုရေတာမှာ Refrigerant ကို ဖိအားနဲ့အပူချိန်မြင့်အောင် ဖိသိပ်ပေးကာ Condenser ဖက်ကို ပို့ပေးပါသည်။ ကွန်ပရက်ဆာသည် လည်ပတ်မှုဖြစ်နေအောင် ပန့်ကဲ့သို့လည်း အလုပ်လုပ်ပေးပါသည်။ ကွန်ပရက်ဆာပူလီကို Electromagnetic Clutch ပုံစံ တည်ဆောက်ထားပါသည်။

1.4.5.2.2. Condenser ကွန်ထယ်ဆာ

ကွန်ထယ်ဆာဆိုသည်မှာ အပူစွန့်ထုတ်ပေးသောအရာ ဖြစ်ပါသည်။ ကားရေတိုင်ကီနားမှာ တပ်ဆင်လေ့ရှိပါသည်။ ကွန်ထယ်ဆာကို ပိုက်သေးသေးလေးကို ကွေ့ပိုက်တည်ဆောက်ထားပြီး အပူစွန့်ထုတ်ဖို့လွယ်ကူစေရန် ပတ်ပတ်လည်တွင် ပါးလွှာသော သတ္တုပြားလေးများတပ်ထားပါသည်။ ကွန်ထယ်ဆာက အပူစွန့်ထုတ်လိုက်သောအခါ Refrigerant ကို ဖိအားနဲ့အပူချိန်ပြန်နိမ့်ကျလာပါသည်။ Refrigerant လည်း အငွေ့အခြေအနေကနေ အရည်ပြန်ဖြစ်သွားပြီး Evaporator ဖက်ကို ဆက်သွားပါသည်။

1.4.5.2.3. Receiver / Dryer

ကွန်ထယ်ဆာကထွက်လာသော Refrigerant တွေသည် Receiver / Dryer ထဲဆက်လက်ဖြတ်သန်းပါသည်။ Receiver / Dryer ထဲတွင် Desiccant ရှိပါသည်။ ဒက်ဆီးကန့်သည် ရက်ဖ်ီးဂရန့်ထဲတွင် ပါလာသော ရေများ၊ ရေငွေ့များကို စုပ်ယူထားပါသည်။

1.4.5.2.4. Accumulator

Accumulator သည် Receiver / Dryer ကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်ပြီး နောက်ဆုံးပေါ်ကားတွေမှာ တပ်ဆင်အသုံးပြုပါသည်။

1.4.5.2.5. Thermostatic Expansion valve / Orifice Tube

Evaporator ကို မဝင်ခင် Refrigerant ကို ထိန်းချုပ်ရပါသည်။ သို့မှသာ အကောင်းဆုံး အအေးပေးစနစ်ကို ရရှိမှာ ဖြစ်ပါသည်။

1.4.5.2.6. Evaporator

အီဗာပိုရေတာသည် ကွန်ထယ်ဆာကဲ့သို့တည်ဆောက်ထားပြီး Dashboard အောက်နားတွင် တပ်ဆင်ထားပါသည်။ အရည်အဖြစ်ပြောင်းလည်သွားသော ရက်ဖ်ီးဂရန့်သည် အပူကိုစုတ်ယူပြီး ရေဆူမှတ်ထက်ကျော်လွန်ကာ အရည်အဖြစ်မှ အငွေ့အဖြစ်ပြောင်းလဲသွားပါသည်။ ပူသောလေသည် အေးသောလေဘက်ကို အမြဲရွေ့ပါသည်။ ပူသောလေသည် အီဗာပိုရေတာကို ဖြတ်သွားသဖြင့် ကားထဲကို လေးအေးတွေ ရရှိပါသည်။

1.4.5.2.7. Refrigerant Lines

ရက်ဖ်ီးဂရန့်ပိုက်လိုင်းသည် အဓိကအားဖြင့် သုံးလိုင်းရှိပါသည်။ အီဗာပိုရေတာနဲ့ ကွန်ပရက်ဆာကို ဆက်ထားသော Compressor Suction Line ဖြစ်ပြီး ဖိအားနဲ့အပူချိန်နိမ့်နိမ့်ကိုသာ သယ်ယူရပါသည်။ ကွန်ပရက်ဆာအထွက်လိုင်း Compressor Discharge Line ဖြစ်ပြီး Receiver / Dryer အထိဖြစ်ပါသည်။ နောက်ဆုံးတစ်လိုင်းက Receiver / Dryer ကနေ အီဗာပိုရေတာအဝင်အထိဖြစ်ပါသည်။ Refrigerant သည် အရည်ဖြစ်လိုက် အငွေ့ဖြစ်လိုက် ပူလိုက်အေးလိုက်နဲ့ လည်ပတ်နေပါသည်။

CHAPTER (2)

HAND TOOLS AND SHOP EQUIPMENT

2.1. MEASURING SYSTEMS
2.2. MEASURING TOOLS
2.3. HAND TOOLS
2.4. SHOP EQUIPMENT
2.5. POWER TOOLS

2.1. MEASURING SYSTEMS တိုင်းတာနည်းစနစ်များ

တိုင်းတာနည်းနှစ်မျိုးရှိပါသည်။ Imperial Unit နဲ့ Metric Unit နှစ်မျိုးဖြစ်ပါသည်။

Description	Imperial Unit (အင်ပရီရယ်စနစ်)	Metric Unit (မစ်ထရစ်စနစ်)
Length (အလျား)	Inches, Feet, Yard (လက်မ၊ ပေ၊ ကိုက်)	Milimeter, Centimeter, Meter (မီတာ)
Weight (အလေးချိန်)	Ounce, Pound, (အောင်စ၊ ပေါင်)	Grams, Kilogram (ဂရမ်၊ ကီလိုဂရမ်)

အထက်ပါယူနစ်နှစ်မျိုးတွင် မစ်ထရစ်စနစ်ကို ပိုပြီးအသုံးများလာကြပါသည်။ ၎င်းစနစ်သည် ဆယ်လီစိတ်ဖြစ်သောကြောင့် အသေးစိတ်တန်ဖိုးများကို လွယ်ကူစွာ တွက်နိုင်ပါသည်။ ဥပမာ။ ။ ၀.၀၁ မီတာ၊ ၀.၅ ကီလိုဂရမ်

ယူနစ်နှစ်မျိုးကို တစ်မျိုးကတစ်မျိုးပြောင်းလဲနိုင်ပါသည်။

အလျားအတိုင်းအတာတွင် ၁ မီတာ = ၃၉.၃၇ လက်မ (ဥပမာ။ ။ ၅ မီတာ = ၅ x ၃၉.၃၇ = ၁၉၆.၈၅ လက်မ)

၁ မိုင် = ၁.၆၀၉၃ ကီလိုမီတာ (ဥပမာ။ ။ ၅ မိုင် = ၅ x ၁.၆၀၉၃ = ၈.၀၄၆၅ ကီလိုမီတာ)

အလေးချိန်အတိုင်းအတာတွင် ၁ကီလိုဂရမ်=၂.၂၀၄၆ ပေါင်(ဥပမာ။ ။ ၅ကီလိုဂရမ် = ၅ x ၂.၂၀၄၆ =၁၁.၀၂၃ ပေါင်)

Length	1 in	25.4 mm	1 mm	0.0393 in
	1 ft	0.3048 m	1 m	3.281 ft
Mass	1 oz	0.0283 kg	1 kg	35.3 oz
	1 lb	0.454 kg	1 kg	2.205 lb
Force	1 oz	0.278 N	1 N	3.597 oz
	1 lb	4.45 N	1 N	0.225 lb
Temperature	T [°F]	9/5 x T[℃] + 32	T [℃]	5/9 x (T [°F] - 32)
	0 K	-273.15 ℃	0 ℃	273.15 K
Torque	1 oz-in	7.06 mNm	1 mNm	0.1416 oz-in
	1 lb-in	0.113 Nm	1 Nm	8.849 lb-in
	1 lb-ft	1.356 Nm	1 Nm	0.7376 lb-ft
	1 kgf-m	9.807 Nm	1 Nm	0.102 kgf-m
	1 gf-cm	0.098 mNm	1 mNm	10.204 gf-cm
Inertia	1 moiss	7.06 x 10-6 kgm^2	1 kgm^2	141643 moiss
	1 $oz\text{-}in^2$	1.83 x 10-5 kgm^2	1 kgm^2	5.46 x 104 $oz\text{-}in^2$
	1 oz-in s^2	7.06 x 10-3 kgm^2	1 kgm^2	141.6 oz-in s^2
	1 $lb\text{-}in^2$	2.93 x 10-4 kgm^2	1 kgm^2	3418 lb-in
	1 lb-in s^2	0.113 kgm^2	1 kgm^2	8.85 lb-in s^2

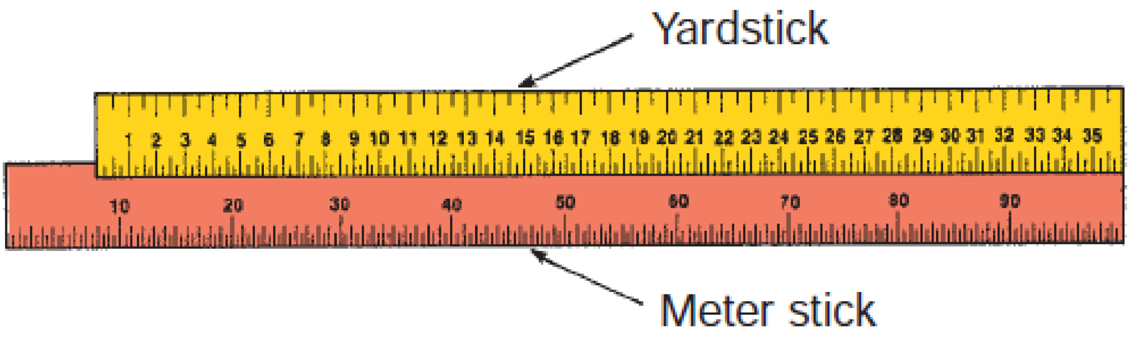


Fig (2.1) A meter stick has 1,000 increments known as milimeters and is slightly longer than a yardstick

2.1.1. FASTENERS

Fastener ဆိုသည်မှာ စက်မှုပစ္စည်းတွေကို တစ်ခုနှင့်တစ်ခုတွဲရန်အတွက် ဒီဇိုင်းသေချာထုတ်ထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ များသောအားဖြင့် သရက်ရစ် (Threaded Fastener) များ ဖြစ်ပါသည်။

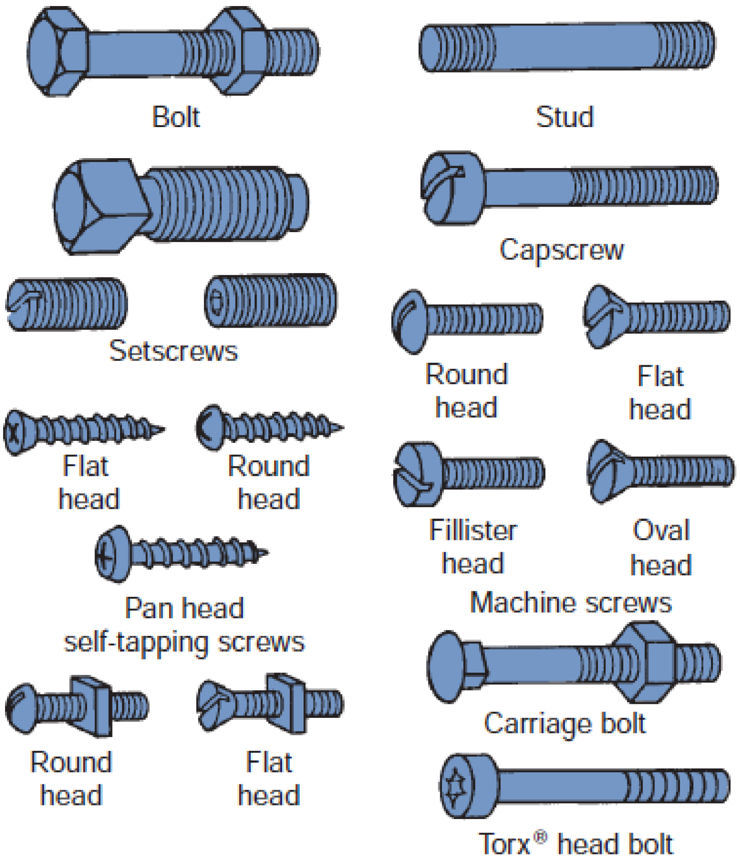


Fig (2.2) Common automotive threaded fasteners

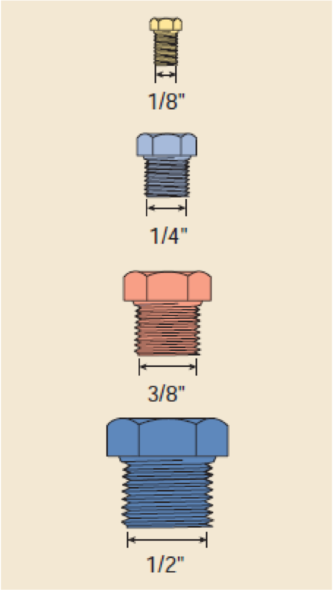


Fig (2.3) Various sizes of pipe fittings used with lines and hoses

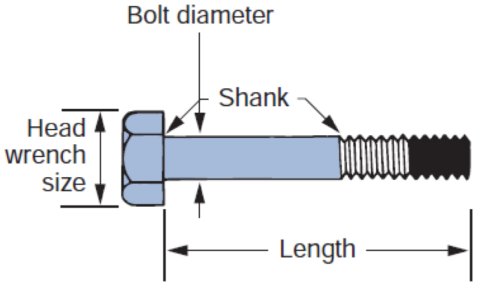


Fig (2.4) Basic terminology for bolt identification

2.1.2. Bolts

ဘုတ်ဆိုသည်မှာ တစ်ဖက်တွင် ဘုတ်ခေါင်းရှိပြီး အခြားတစ်ဖက်တွင် အရစ်ရှိပါသည်။ ဘုတ်တစ်ချောင်းတွင် ရှိသော အခေါ်အဝေါ်များကို အထက်ပါပုံတွင် ဖော်ပြထားပါသည်။

(1) Bolt Diameter (ဘုတ်ရဲ့အချင်း၊ ဘုတ်အရွယ်အစား၊ ဘုတ်ချောင်းလုံးပတ်)(
(2) Shank (ဘုတ်ချောင်းတွင် အရစ်မရစ်သောအပိုင်း)
(3) Bolt Length (ဘုတ်ချောင်းအရှည်– Bolt Head ကို ထည့်မတိုင်းပါ)
(4) Head wrench size (Bolt Head အရွယ်အစားသည် အသုံးပြုမည့် ဂွအရွယ်အစားဖြစ်သည်)
(5) Thread pitch (အင်ပရီရယ်စနစ်တွင် တစ်လက်မတွင်ရှိသောအရစ်ပေါင်း Thread per inch) မစ်ထရစ်စနစ်တွင် သရက်ရစ်တစ်ခုနဲ့တစ်ခုကြားအကွာအဝေးကို မီလီမီတာဖြင့် ဖော်ပြပါသည်။

Common English (U.S. Customary) Head Sizes	Common Metric Head Sizes
Wrench Size (inches)*	Wrench Size (millimeters)*
3/8	9
7/16	10
1/2	11
9/16	12
5/8	13
11/16	14
3/4	15
13/16	16
7/8	17
15/16	18
1	19
1 1/16	20
1 1/8	21
1 3/16	22
1 1/4	23
1 5/16	24
1 3/8	26
1 7/16	27
1 1/2	29
	30
	32

Table (2.1) Standard Bolt Head Sizes

ဘုတ်ချောင်းရဲ့အရည်အသွေးကို Grade ဖြင့် ဖေါ်ပြပါသည်။

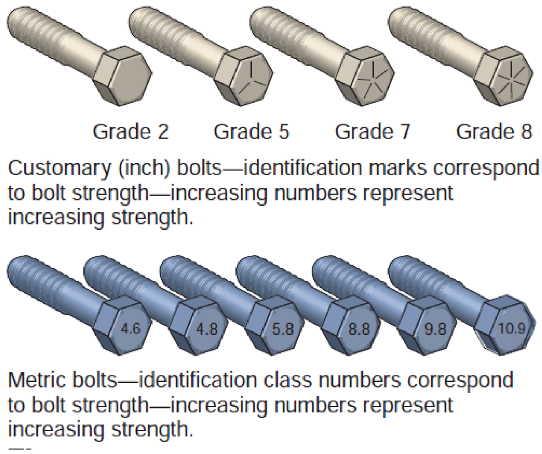


Fig (2.5) Bolt grade markings

ဘုတ်ချောင်းရဲ့ ဂရိတ်ကို အလွယ်တကူသိစေနိုင်ရန် ဘုတ်ခေါင်းတွင် နံပါတ်ပါရှိပါသည်။ အဲ့ဒီနံပါတ်မှာလည်းနှစ်မျိုးရှိပါသည်။ အင်ပရီရယ်စနစ်က Grade 2, 5, 7, 8 ဖြင့် ဖေါ်ပြပြီး မစ်ထရစ်စနစ်က Identification Class number 4.6, 4.8, 5.8, 8.8, 9.8, 10.9 စသည်ဖြင့် ဖေါ်ပြကြပါသည်။ ဥပမာ။ ။10.9 ဘုတ်ချောင်းသည် Tensile Strength 1,000 MPa (145,000 psi), Yield Strength 900 MPa (90% of 1,000) ရှိပါသည်။ 10.9 ဘုတ်ချောင်းတစ်ချောင်းသည် အင်ပရီရယ်စနစ်က Grade 8 နဲ့ Strength တူညီပါသည်။

နတ် (Nut) ဆိုသည်မှာ ဘုတ်ချောင်းနဲ့တွဲသုံးပြီး အတွင်းရစ်ရှိပါသည်။ နတ်မှာလည်း ဘုတ်နဲ့အတူ ဂရိတ်တူရပါမည်။ အကယ်၍ ဂရိတ်မြင့်တာတတ်ဖို့လိုတဲ့နေရာမှာ ဘုတ်ကိုဂရိတ်မြင့်တာသုံးပေမဲ့ နတ်ကို ဂရိတ်နိမ့်တာ သုံးမိပါက အဲ့ဒီဘုတ်နတ်အတွဲရဲ့ခံနိုင်ရည်သည် ဂရိတ်နိမ့်တဲ့နတ်တန်ဖိုးအတိုင်းပဲ ရှိပါသည်။ ဘုတ်ကဂရိတ်(၅)သုံးရင် နတ်ကိုလည်း ဂရိတ(၅)သုံးရပါမည်။

Inch System		Metric System	
Grade	**Identification**	**Class**	**Identification**
Hex Nut Grade 5	3 Dots	Hex Nut Property Class 9	Arabic 9
Hex Nut Grade 8	6 Dots	Hex Nut Property Class 10	Arabic 10
Increasing dots represent increasing strength.		Can also have blue finish or paint dab on hex flat. Increasing numbers represent increasing strength.	

Table (2-1) Standard Nut Strength Markings

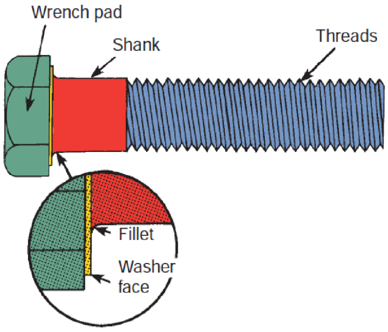


Fig (2.6) Bolt fillet detail

> **Shop Talk (ဝပ်ရှော့အတွေ့အကြုံ)**
> ဘုတ်ချောင်းတစ်စုံသည် ဘုတ်ခေါင်းရဲ့ fillet နေရာကနေ ပျက်စီးတတ်ပါသည်။ အဲ့ဒီနေရာတွင် မကောင်းတဲ့ ပုံစံတွေ့ရပါက ဘုတ်ချောင်းတစ်စုံ အသစ်လဲပေးရပါမည်။

2.1.3. Tightening Bolts ဘုတ်ကြပ်ခြင်း

ဘုတ်နတ်တစ်စုံကို စနစ်တကျ ကြပ်မထားရင် ဘာမှ အသုံးမဝင်ပါဘူး။ စနစ်တကျ ကြပ်ထားဖို့ လိုပါသည်။ အကယ်၍ လိုအပ်တာထက် ပိုပြီး ကြပ်ထားပါက ဘုတ်နတ်ပျက်စီးတတ်ပါသည်။ ပြန်ပြီးဖြုတ်တဲ့အခါမှာ သရက်ရစ်အရစ်ပြုန်းတတ်ပါသည်။ သေချာကြပ်မထားရင် အရစ်နာပြီး နတ်ဖြုတ်ရတာ ခက်ခဲလာပါသည်။

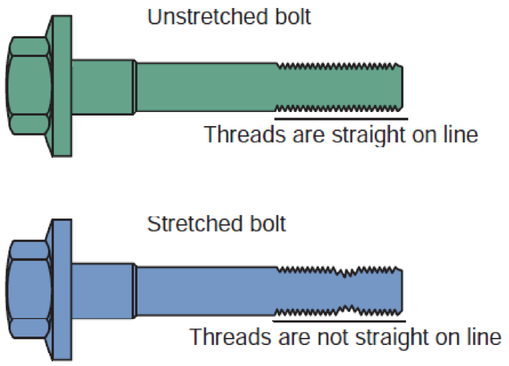


Fig (2.7) A comparison of a stretched and an unstretched bolt.

2.1.4. Washers ဝါရှာ

ဝါရှာအမျိုးအစားတွေ အများကြီး ရှိပါသည်။ Flat washer သည် ဘုတ်နတ်ကြပ်လိုက်ပါက ဘုတ်နတ်ပေါ်သက်ရောက်မှုညီမျှစေရန် သုံးပါသည်။ Soft flat washer, compression washer (Spring washer) စပရိန်ဝါရှာကတော့ ဘုတ်နတ်တွေကို တင်းတင်းရင်းရင်း အမြဲကြပ်နေစေရန် သုံးပါသည်။ Copperwasher ကြေးနီဝါရှာကို အင်ဂျင်ဘလောက်ကို ဝိုင်းပန်တပ်တဲ့နေရာမျိုးမှာ သုံးပါသည်။ ဘုတ်နတ်ဂရိတ်(၈)ထက်ကြီးသော နေရာမျိုးတိုင်းမှာ Fully Hardened Flat Washer ကို သုံးရပါသည်။ Lock washer ကို ဘုတ်နတ်တွေကို စပရိန်ဝါရှာကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်ပါသည်။

2.1.5. Other Common Fasteners

2.1.5.1. Nuts

နတ်မျိုးစုံကို အောက်ကပုံမှာ ကြည့်ပြီး အလွယ်တကူ သိနိုင်ပါသည်။

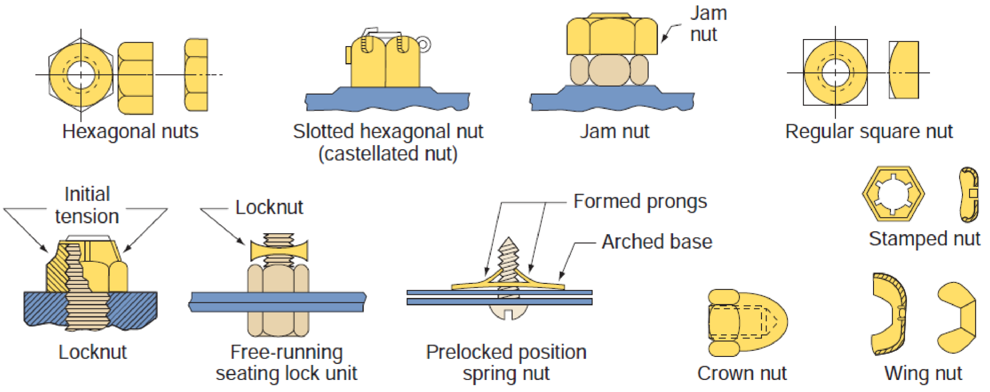


Fig (2.8) Many different types of nuts are used on automobiles. Each type has a specific purpose.

2.1.5.2. Studs

Stud ဆိုသည်မှာ ဘုတ်ချောင်းတွင် ဘုတ်ခေါင်းမပါပဲ နှစ်ဖက်စလုံးတွင် အရစ်ရစ်ထားပါသည်။

Fig (2.8A) Stud Bolt

2.1.5.3. Cap Screws

Cap Screw ဆိုသည်မှာ ဘုတ်ချောင်းကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်နိုင်ပြီး ခြောက်ထောင့်ဘုတ်ခေါင်းမပါပဲ အတွင်းခြောက်ထောင့်ပေါက်ရှိပါသည်။ အဖြုတ်အကြပ်ကို L Key ကို အသုံးပြုပါသည်။

Fig (2.8B) Cap Screw

Fig (2.8C) Hex Key L Wrench

2.1.5.4. Setscrews

Setscrew ဆိုသည်မှာ ဘုတ်ချောင်းတွင် ဘုတ်ခေါင်းမပါပဲ အတွင်းခြောက် ထောင့်ပေါက်ရှိပါသည်။ အဖြုတ်အကြပ်ကို L Key ကို အသုံးပြုပါသည်။

2.1.5.5. Machine Screws

Fig (2.8D) Machine Screw

2.1.5.6. Self-Tapping Screws

Fig (2.8E) Self-Tapping Screw

2.1.6. Thread Lubricants and Sealants

Fig (2-9) A container of threadlocker.

2.1.7. Thread Pitch Gauge

Thread Pitch Gauge ကို သရက်ရစ်ရဲ့ ပစ်ကို မြန်မြန်ဆန်ဆန်နဲ့ မှန်မှန်တိုင်းတာနိုင်ပါသည်။

Fig (2-9A) A Thread Pitch Gauge

2.1.8. Taps and Dies

Tap ဆိုသည်မှာ အတွင်းရစ်ရစ်တဲ့နေရာမှာ အသုံးပြုပြီး Die ဆိုသည်မှာ အပြင်ရစ်ရစ်တဲ့နေရာမှာ အသုံးပြုပါသည်။

Fig (2-10) A tap and die set

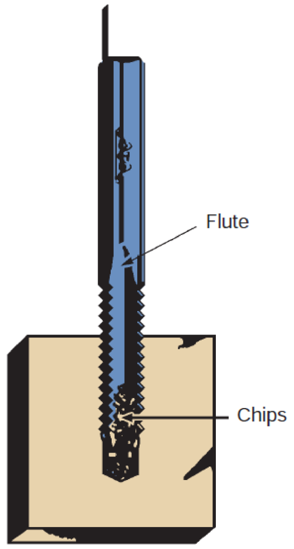


Fig (2-11) Metal chips are gathered into the flutes

2.1.9. Threaded Inserts

Threaded Insert ဆိုသည်မှာ အတွင်းရစ်ကို ပြန်ပြင်လို့ မရနိုင်တဲ့နေရာတွေမှာ လိုအပ်တဲ့ သရက်အရွယ်အစားထက်ကြီးသောအရွယ်ကို အပေါက်ဖောက်ပြီး အပြင်ရစ်နဲ့ အတွင်းရစ်လုပ်ထားသော Insert Thread Rod ကို တပ်ပေး ရပါသည်။

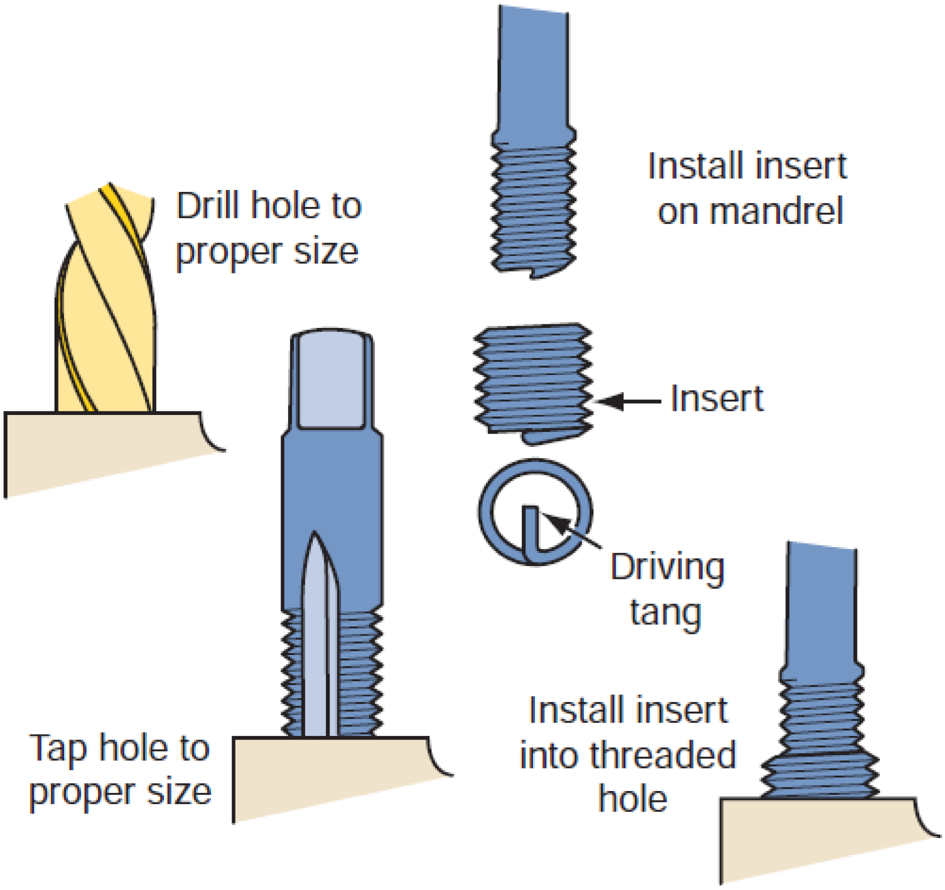


Fig (2-12) Using a threaded insert to repair damaged threads.

2.1.10. Spark Plug Thread Repair

Spark Plug ဖြုတ်တဲ့အခါမှာ သရက်ရစ်ပြုန်းသွားတတ်ပါသည်။ ပြန်ပြင်တဲ့အခါ Threaded Insert နည်းကို အသုံးပြုပါသည်။

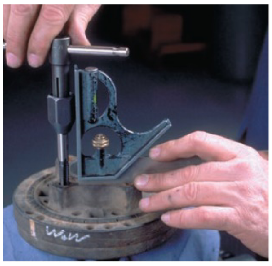
Shop Talk (ဝပ်ရှော့အတွေ့အကြုံ)
ဆလင်ဒါဟက် (**Cylinder Head**) ပူနေရင် **Spark Plug** မဖြုတ်ပါနဲ့။ ပူနေရင် သရက်ရစ် အလွယ်တကူ ပြုန်းတတ်ပါသည်။

Repairing Damaged Threads with a tap (သရက်ရစ်ပြုန်းသွားတာကို တက်ကိုအသုံးပြုပြီး ပြုပြင်ပုံ)

P 1-1. Using a thread pitch gauge, determine the thread size of the fastener that should fit into the damages internal threads.
ပျက်စီးသွားသော အတွင်းရစ်ရဲ့ သရက်ပစ်ကို သရက်ဂေ့နဲ့ တိုင်းတာပါမည်။

P 1.2. Select the correct size and type of tap for the threads and bore to be repaired.
အသုံးပြုမည့် တက် tap ကို မှန်ကန်တဲ့အရွယ်အစား ရွေးရပါမည်။

P 1.3. Install the tap into a tap wrench.
တက် tap ကို tap wrench မှာ တပ်ဆင်ပါ။



P 1.4. Start the tap squarely in the threaded hole using a machinist square as a guide.
တက် tap ကို ထောင့်မှန်ကျစေရန် မက်ကဲနစ်သုံး စကွဲယား (ကျင်တွယ်) အသုံးပြုပြီး စတင်လှည့်သွင်းရပါမည်။

P 1.5. Rotate the tap closewise into the bore until the tap has run through the entire length of the threads. While doing this periodically turn the tap backward to clean the thredas. This prevents breaking the tap.
တက် (tap)ကို လိုချင်တဲ့နေရာရောက်အောင် နာရီလက်တံလည်တဲ့အတိုင်း လှည့်သွင်းပါ။ အကယ်၍ ကြပ်လာပါက ပြောင်းပြန်လှည့်ထုတ်ကာ သန့်ရှင်းရေးလုပ်ခြင်းဖြင့် တက်မကျိုးအောင် ကာကွယ်နိုင်ပါသည်။

P 1.6. Drive the tap back out the hole by turning it counterclosewse.
တက် (tap)ကို နာရီလက်တံလည်တဲ့အတိုင်းကနေ ပြောင်းပြန် လှည့်ထုတ်ပါ။

P 1.7. Clean the metal chips left by the tap out of the hole.
တက် (tap)ကိုပြန်ထုတ်ပြီး လေမှုတ်က သံစလေးများကို ဖယ်ထုတ်ပစ်ပါ။

P 1.8. Inspect the threads left by the tap to be sure they are acceptable.
တက် (tap)ဖြင့်လှည့်ထားသောအပေါက်က အတွင်းရစ်ကို စစ်ဆေးပါ။

P 1.9. Test the threads by threading the correct fastener into the threaded hole.
နောက်ဆုံး အရစ်ထဲကို တွဲဖက်အသုံးပြုမဲ့ ဘုတ်ချောင်းထည့်ပြီး လှည့်ကာ စမ်းတပ်ကြည့်ပါ။

Fig (2-12A) Spark plug thread tap

Spark plug ကိုတပ်တဲ့အခါမှာ လက်ဖြင့်လွယ်လွယ်ကူကူ တပ်လို့မရပါ။ မှန်ကန်တဲ့ စပတ်ပလပ်ဆော့ကတ်နဲ့တပ်ကာ Torque Wrench နဲ့ကြပ်ပေးရပါမည်။

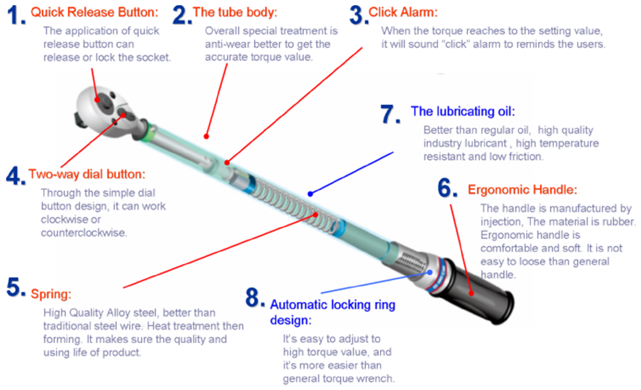


Fig (2-12B) Torqur Wrench

2.2. MEASURING TOOLS တိုင်းတာသောကိရိယာများ

တချို့နေရာများတွင် တစ်လက်မရဲ့ တစ်ထောင်ပုံတစ်ပုံ (၀.၀၀၀၁လက်မ)၊ တစ်မီလီမီတာရဲ့ တစ်ရာပုံတစ်ပုံ (၀.၀၀၁မီလီမီတာ) အထိတိုင်းတာပေးဖို့ လိုပါသည်။ ထို့ကြောင့် အလွန်အသေးစိတ်တိုင်းတာသော ကိရိယာတွေကို ကောင်းကောင်းမွန်မွန် မှန်မှန်ကန်ကန်တိုင်းတာတတ်ဖို့ လိုအပ်ပါသည်။ အခုနောက်ပိုင်းမှာတော့ Digital ဒစ်ဂျစ်တယ် တွေပေါ်လာတော့ တွက်နေစရာမလိုပဲ အလွယ်တကူ တိုင်းတာလာနိုင်ပါသည်။

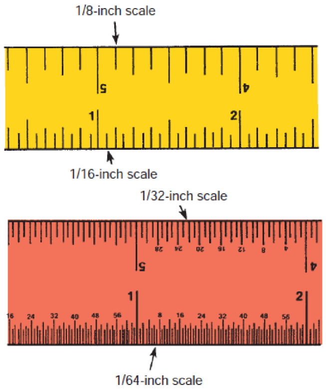


Fig (2-13) Graduations on a typical machinist's rule

MILLIMETRES	INCHES	
decimal	fraction	decimal
0.397	1/64	0.016
0.794	1/32	0.031
1.191	3/64	0.047
1.588	1/16	0.063
1.984	5/64	0.078
2.381	3/32	0.094
2.778	7/64	0.109
3.175	**1/8**	**0.125**
3.572	9/64	0.141
3.969	5/32	0.156
4.366	11/64	0.172
4.763	3/16	0.188
5.159	13/64	0.203
5.556	7/32	0.219
5.953	15/64	0.234
6.350	**1/4**	**0.250**
6.747	17/64	0.266
7.144	9/32	0.281
7.541	19/64	0.297
7.938	5/16	0.313
8.334	21/64	0.328
8.731	11/32	0.344
9.128	23/64	0.359
9.525	**3/8**	**0.375**
9.922	25/64	0.391
10.319	13/32	0.406
10.716	27/64	0.422
11.113	7/16	0.438
11.509	29/64	0.453
11.906	15/32	0.469
12.303	31/64	0.484
12.700	**1/2**	**0.500**

MILLIMETRES	INCHES	
decimal	fraction	decimal
13.097	33/64	0.516
13.494	17/32	0.531
13.891	35/64	0.547
14.288	9/16	0.563
14.684	37/64	0.578
15.081	19/32	0.594
15.478	39/64	0.609
15.875	**5/8**	**0.625**
16.272	41/64	0.641
16.669	21/32	0.656
17.066	43/64	0.672
17.463	11/16	0.688
17.859	45/64	0.703
18.256	23/32	0.719
18.653	47/64	0.734
19.050	**3/4**	**0.750**
19.447	49/64	0.766
19.844	25/32	0.781
20.241	51/64	0.797
20.638	13/16	0.813
21.034	53/64	0.828
21.431	27/32	0.844
21.828	55/64	0.859
22.225	**7/8**	**0.875**
22.622	57/64	0.891
23.019	29/32	0.906
23.416	59/64	0.922
23.813	15/16	0.938
24.209	61/64	0.953
24.606	31/32	0.969
25.003	63/64	0.984
25.400	**1**	**1.000**

Fig (2-13A) Inch to mm Convension Chart

Fig (2-13**B**) Digital Vernier Cliper

2.2.1. Vernier Caliper (ဗာနီယာကလစ်ပါ)

ဗာနီယာကလစ်ပါတစ်ခုသည် အတွင်း၊ အပြင်၊ အနက်တို့ကို တိုင်းတာနိုင်ပါသည်။ Imperial Unit နဲ့ Metric Unit နှစ်မျိုးစလုံး ပါရှိပါသည်။ ဗာနီယာစကေးတွင် မရွေ့နိုင်သောစကေးနဲ့ ရွေ့နိုင်သောစကေး (Stationary Scale and Movable Scale) ရှိပါသည်။

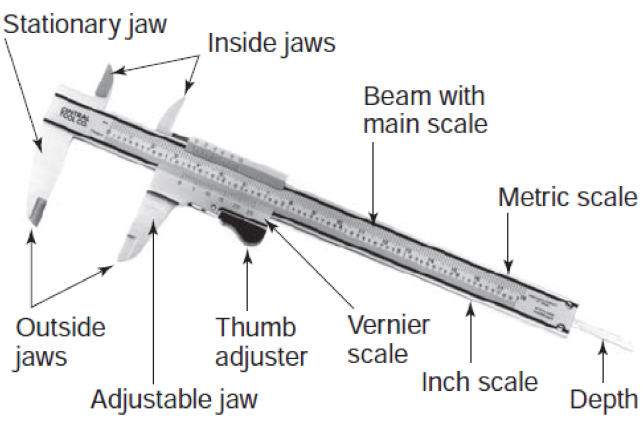
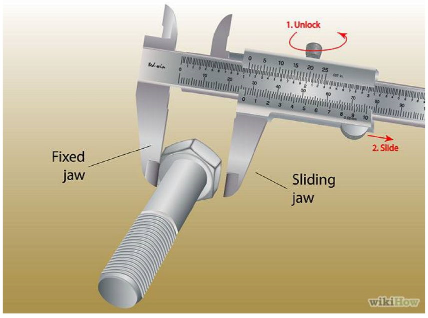


Fig (2-14) A vernier caliper.

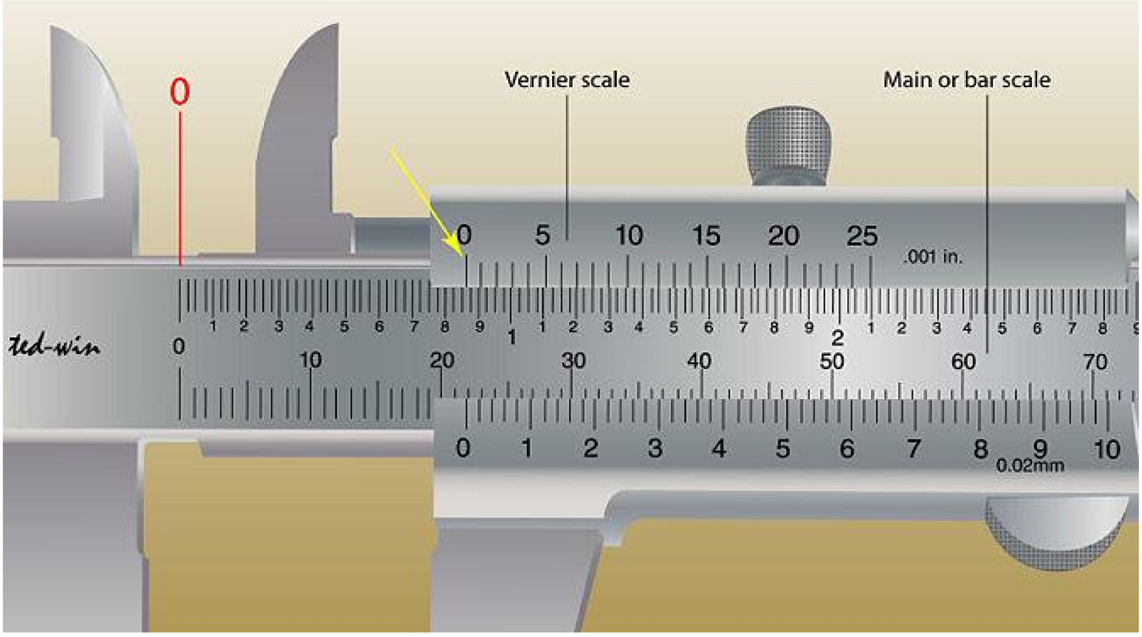
How to use a Vernier Caliper (ဗာနီယာကလစ်ပါကို ဘယ်လိုအသုံးပြုရသလဲ)

P 2.1. Clean the object you are measuring. Wipe it off to make sure there's no grease on it, and that there's nothing in the way that will interfere with an accurate measurement.
တိုင်းတာမည့် ပစ္စည်းကို သန့်ရှင်းရေးလုပ်ပါ။

2.2.1.1. Measuring External Diamater (အပြင်ကို တိုင်းတာခြင်း)



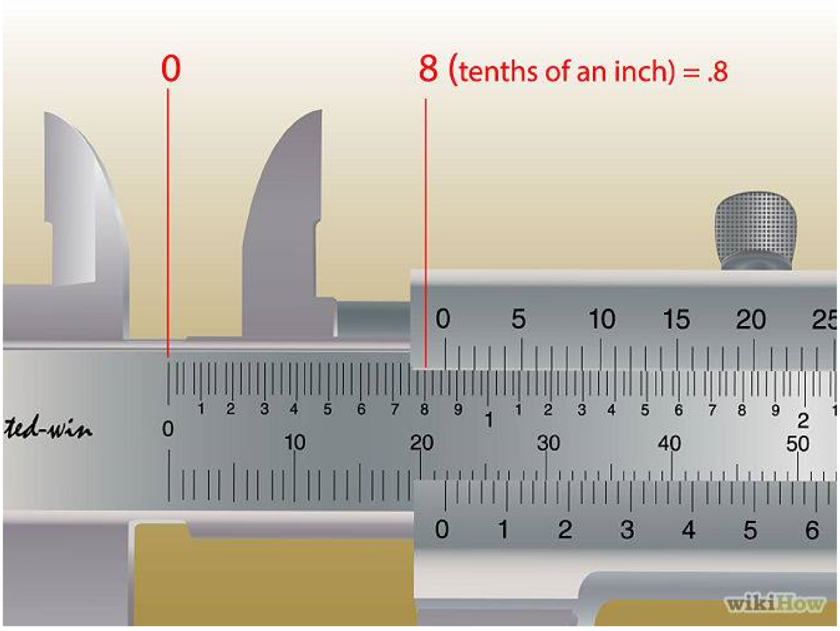
P 2.2. Slide open the jaw. Place the large, sliding jaw around the outside of the object you are measuring. Lightly but firmly close the jaws around the object. Tighten the locking screw if there is one.
တိုင်းတာမည့် ပစ္စည်းကို Fixed Jaw ဘက်မှာ ကပ်ထားပြီး Sliding Jaw ကို တွန်းပြီး ကပ်လိုက်ပါ။



P 2.3. Determine your whole number. The main scale on a Vernier caliper tells you the whole number plus the first decimal. To determine the whole number, concentrate on the inch divisions on the main scale. Find the 0 on the Vernier scale and compare it to its placement on the main (fixed) scale.

For instance, if the 0 on the Vernier scale didn't go past any full inch divisions (so it lies between 0 and 1 on the main scale), your whole number is 0 inches.

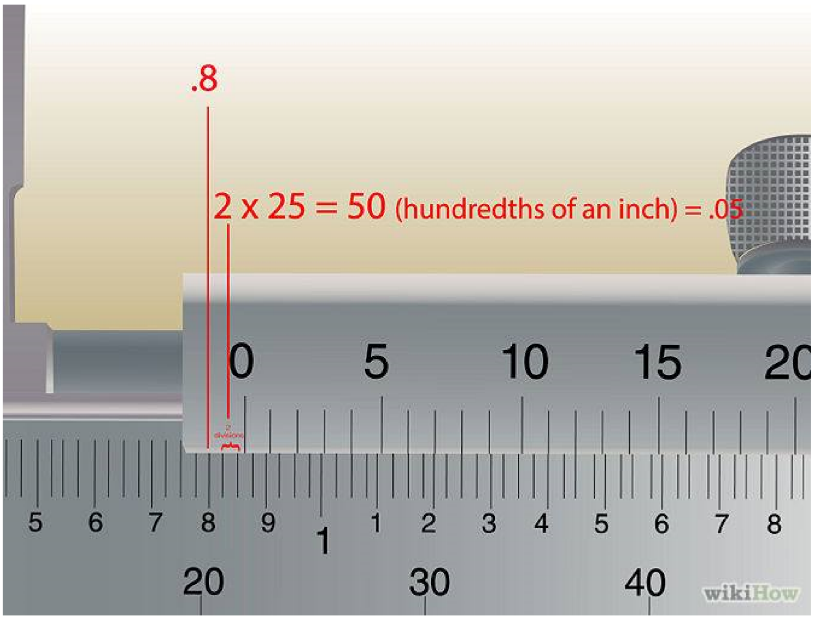
အထက်ပါပုံတွင် အပေါ်ဖက်သည် လက်မကို တိုင်းတာနိုင်ပြီး အောက်ဖက်သည် မီလီမီတာကို တိုင်းတာပါသည်။ ၀.၀၀၁ လက်မထိ အနည်းဆုံးတိုင်းတာနိုင်ပြီး ၀.၀၂မီလီမီတာအထိတိုင်းတာနိုင်ပါသည်။ Fixed Jaw မှာ ရေးထားသော စကေးကို main scale or bar scale လို့ခေါ်ပြီး Sliding Jaw မှာ ရေးထားသော စကေးကို Vernier Scale လို့ခေါ်ပါသည်။ **ဗာနီယာစကေးပေါ်က 0 ကို ကြည့်ပါ။**



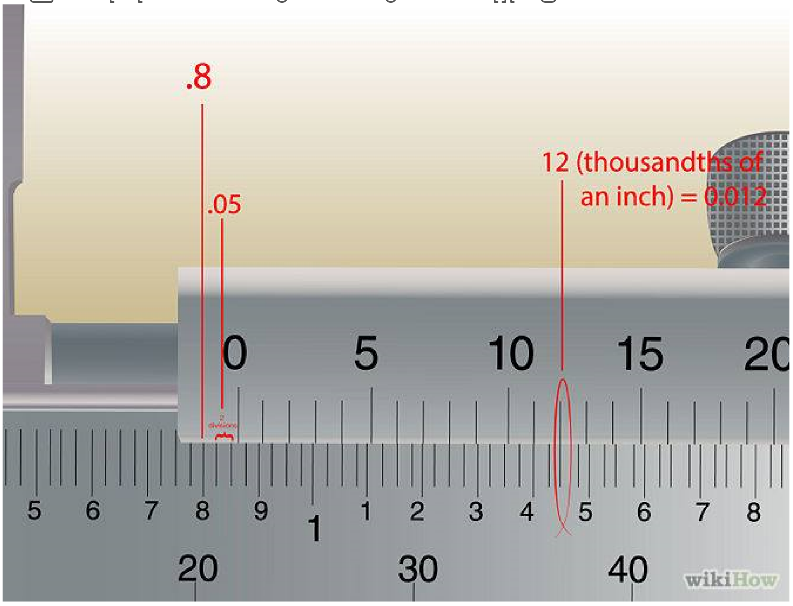
P 2.4. Determine the first decimal place. Use the tenth-of-an-inch divisions on the main scale to determine this number. Comparing the 0 on the Vernier scale to the main scale, look at how many full tenth-of-an-inch divisions the Vernier scale 0 has gone passed since the last inch division on the main scale.

The 0 on the Vernier scale hasn't gone past any full inch divisions, but it has passed 8 tenth-of-an-inch divisions (so it lies between 8 and 9 tenths) after the 0-inch mark, so your number so far is 0.8 inches.

အထက်ပါပုံတွင် 0 သည် 8 အကျော်မှာပြနေပြီး တစ်လက်မအပြည့်ကိုမကျော်သဖြင့် ၀.၈လက်မကို အရင်သိနိုင်ပါသည်။



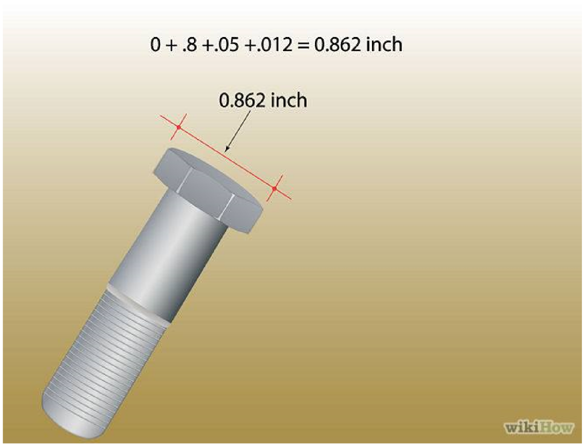
P 2.5. Figure out the rough estimate of your second decimal place. Compare the 0 on the Vernier scale with the main scale again, and this time count how many hundredth-of-an-inch divisions the 0 has passed since the last full tenth-of-an-inch division. Then, multiply that by what each division represents (such as 0.025, 0.02, or 0.05 inches).
ဆက်ပြီး 0 သည် 8 နဲ့ 9 ကြားတွင်ရှိပြီး နှစ်စိတ်ကျော်သဖြင့် တစ်စိတ်တန်ဖိုး ၀.၀၂၅ နဲ့မြှောက်ပါက ၀.၀၅ လက်မရပါသည်။ အခုဆို ၀.၈ + ၀.၀၅ = ၀.၀၈၅ လက်မရရှိပါပြီ။



Determine your second decimal and third decimal places. Now you are going to use the Vernier scale to determine a more precise measurement for the second and third decimal places. Compare the full Vernier scale (not just the 0) with the main scale, and find the first place where a line on the Vernier scale matches perfectly with a line on the main scale. Once you've found it, use the lines to count where on the Vernier scale the match occurs.

- For instance, lines 1 to 9 represent 0.001 to 0.009, lines 10 to 19 represent 0.010 to 0.019, etc.
- So, if your lines match at line 12 on the Vernier caliper, you will add 0.012 to your rough measurement.

ဆက်ပြီး ဗာနီယာစကေးပေါ်က အမှတ်တွေနဲ့ မိန်းစကေးပေါ်က အမှတ်တွေဆုံတွေ့တဲ့နေရာကို ရှာပါ။ ပြီးရင် ဘယ်နှစိတ်လဲ ရေကြည့်ပါ။ အထက်ပါပုံအရ ၁၂စိတ်မှာ ဆုံပါသည်။ တစ်စိတ်တန်ဖိုး ၀.၀၀၁ ဖြင့်မြှောက်ပါက ၀.၀၁၂ လက်မရပါသည်။ အားလုံးပေါင်းကြည့်ပါက ၀.၈ + ၀.၀၅ + ၀.၀၁၂ = ၀.၈၆၂ လက်မရရှိပါသည်။



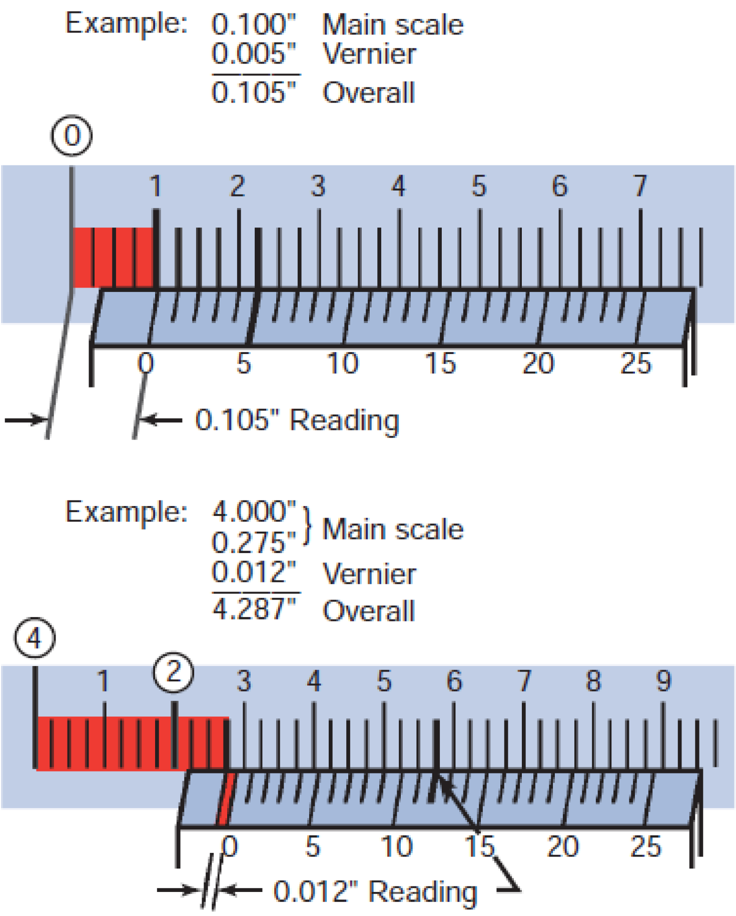


Fig (2-16) To get a final measurement, line up the vernier scale line that is exactly aligned with any line on the main scale

2.2.2. Dial Caliper (ဒိုင်ရယ်ကလစ်ပါ)

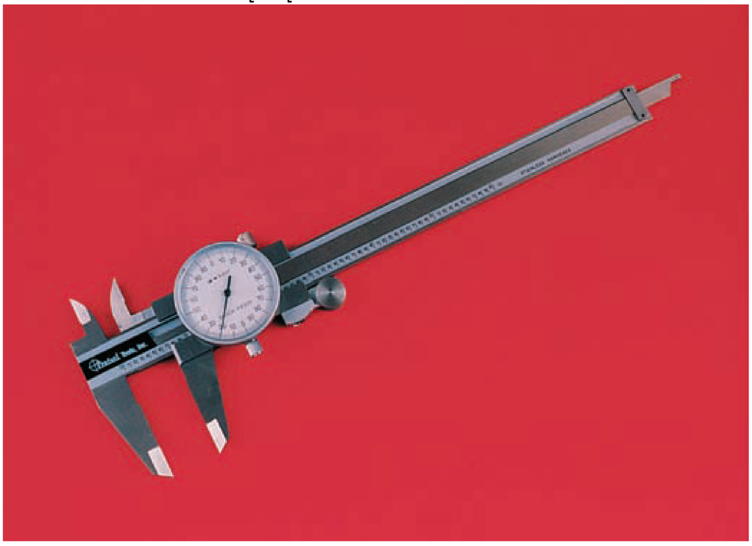


Fig (2-17) A dial vernier caliper

2.2.3. Outside Micrometer (အောက်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာ)

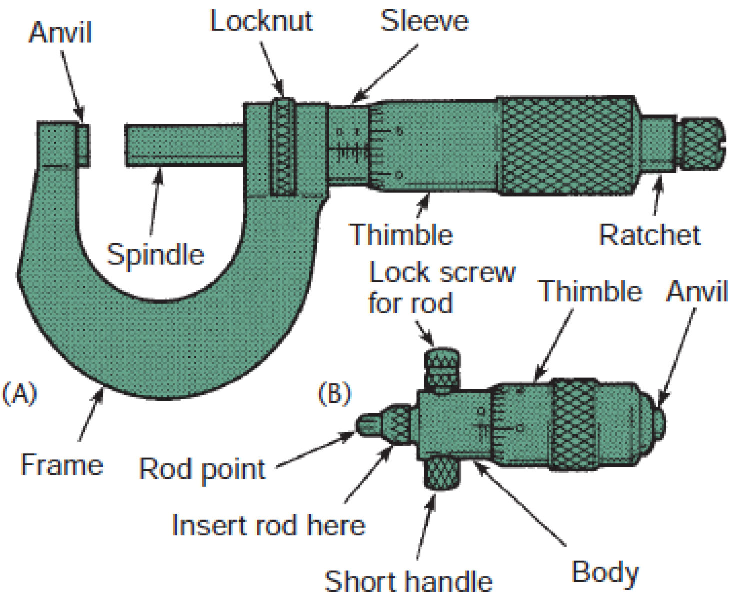


Fig (2-18) Major components of (A) an outside and (B) an inside micrometer

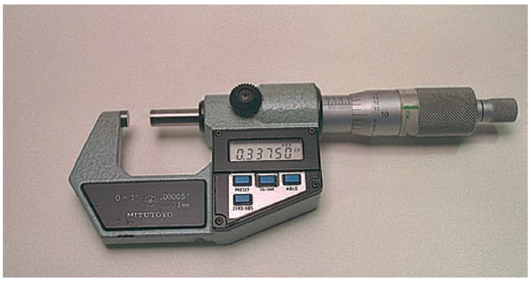


Fig (2-19) Digital micrometer eliminates the need to do math. (ဒီဂျစ်တယ်သုံးရင်တော့တွက်စရာမလိုတော့ပါ)

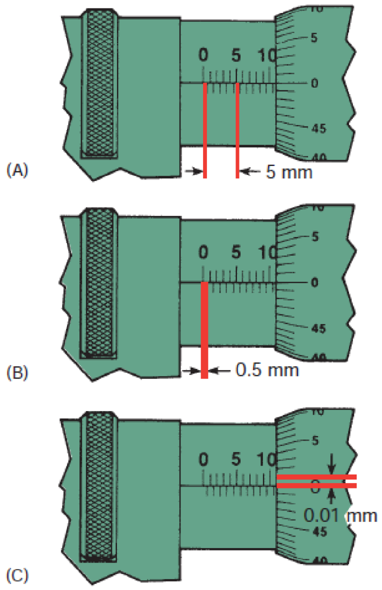
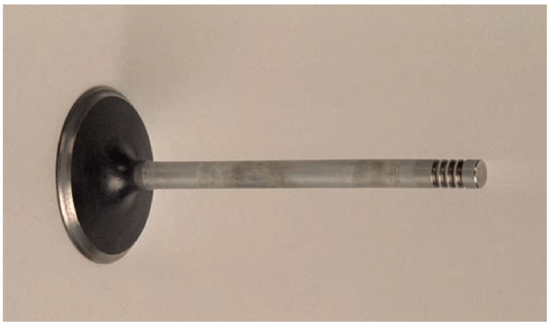


Fig (2-20) Reading a metric micrometer: (A) 10mm plus (B) 0.5mm plus (C) 0.01mm = 10.51mm

Using a Outside Micrometer. (အောက်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာ အသုံးပြုပုံ)

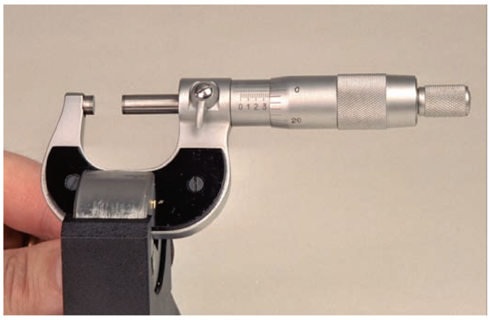


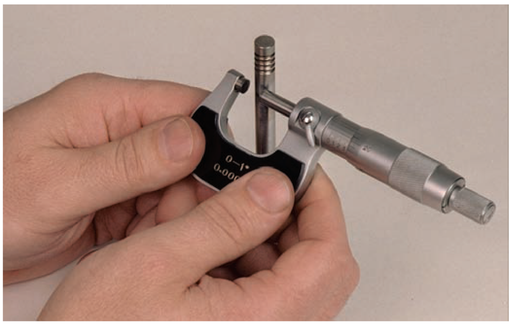
P 3-1 Micrometer can be used to measure the diameter of many different objects. By measuring the diameter of a valve stem in two objects, the wear of the stem can be determined.
မိုက်ခရိုမီတာအသုံးပြုပြီး ဗားစတင် ဘယ်လောက်စားသွား သလဲတိုင်းပါမယ်။ ဗာစတင်အဟောင်းနဲ့ အသစ်ကိုတိုင်း တာပြီး ခြားနားလိုက်ပါက စားသွားတဲ့တန်ဖိုးရပါသည်။

P 3-2 Because the diameter of a valve stem is less than 1 inch, a 0-to-1-inch outside micrometer is used.
ဗားစတင်က တစ်လက်မထက်ငယ်သောကြောင့် ၀ –၁ လက်မ မိုက်ခရိုမီတာ အသုံးပြုပါမည်။

P 3-3 Sleeve ပေါ်မှာ ရှိတဲ့တစ်စိတ်တန်ဖိုးသည် ၀.၀၂၅ လက်မရှိပြီး အတိုင်းအတာသိချင်ရင် အစိတ်ရေကို ၀.၀၂၅ နဲ့ မြှောက်ရပါသည်။

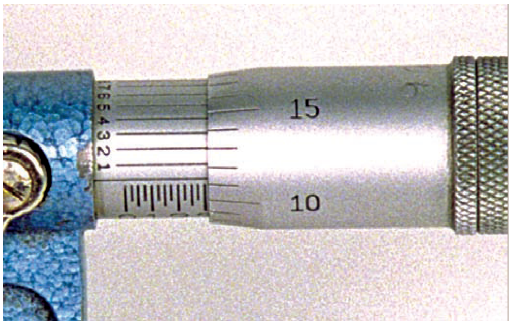
P 3-4 ၀.၅၀၀ လက်မ


P 3-5 ၀.၇၅၅ လက်မ

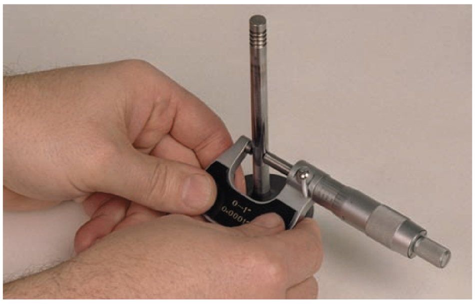

P 3-6 ဗားစတင်ကို Anvil နဲ့ Spindle ကြားထည့်ပါ။

P 3-7 တိတိကျကျဖတ်နိုင်ရန် Ratchet ကို ဖြည်းဖြည်းလှည့်ပါ။

P 3-8 ရွေ့လျားမှုမရှိစေရန် Lock Lever ကို အသုံးပြုပါ။



P 3-9 ဗားစတင်အချင်း ၀.၃၁၁၂ လက်မ ဖြစ်ပါသည်။



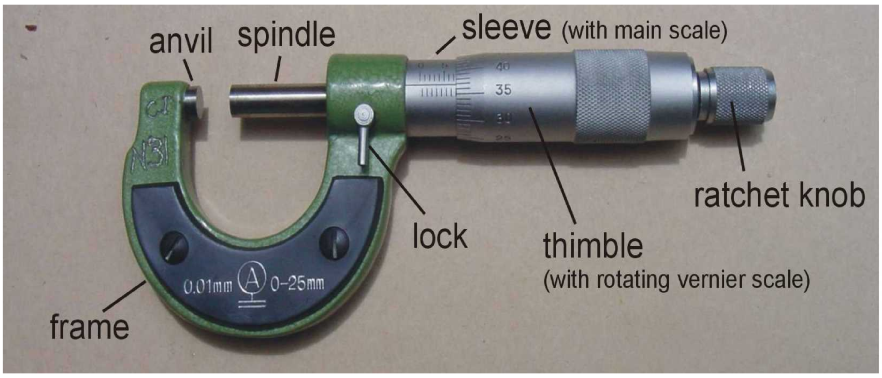
P 3-10 ဗားစတင်အသစ်အချင်းတိုင်းပြီး ခြားနားလိုက်ပါက စားသွားတဲ့တန်ဖိုးရပါသည်။

How to use and read a Outside Micrometer. (မိုက်ခရိုမီတာကို ဘယ်လိုအသုံးပြုသလဲ)

If you are a machinist, manufacturing, or engine professional, exact measurements are an everyday must. When it comes to measuring cylindrical or spherical objects, an outside micrometer would be the best tool to use. A well calibrated micrometer can be difficult to use, but with patience and practice, this tool can be a part of your skill set.

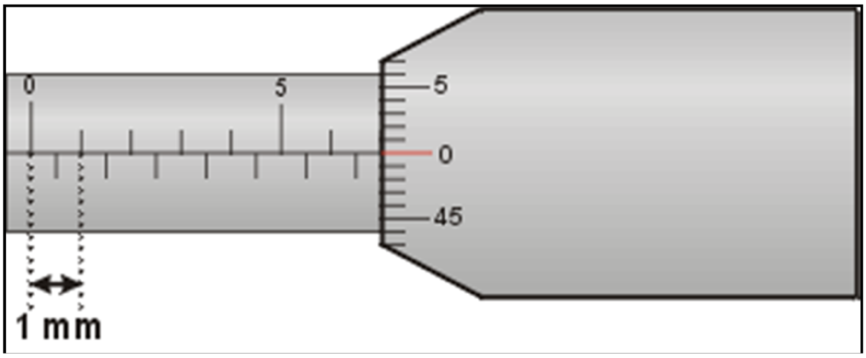
သင်သာ စက်ပြင်ဆရာတစ်ယောက်၊ ကုန်ထုတ်ကုန်လုပ်သူတစ်ယောက်၊ အင်ဂျင်နဲ့ အသက်မွေးဝမ်းကျောင်းပြုသူတစ်ယောက်ဖြစ်ခဲ့ရင် နေ့စဉ်နေ့တိုင်း တိတိကျကျတိုင်းတာမှုနေတွေ မဖြစ်မနေလုပ်နေရမှာပါ။ ဆလင်ဒါပုံတွေ၊ စက်လုံးပုံတွေတိုင်းဖို့ ကြုံလာခဲ့ရင် အောက်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာဟာ အကောင်းဆုံးပစ္စည်းတစ်ခု ဖြစ်ပါသည်။ ကောင်းကောင်းမွန်မွန်ကယ်ရီဘရိတ်လုပ်ထားသော မိုက်ခရိုမီတာတစ်ခုဟာ စသုံးရင် ခက်ခဲကောင်းခက်ခဲနေပါလိမ့်မယ်။ ဒါပေမဲ့ သုံးရင်းသုံးရင် လွယ်ကူလာပါလိမ့်မယ်။ ဒီလိုပစ္စည်းတွေ ကိုင်တွယ်လုပ်နိုင်တာကလည်း လုပ်ငန်းကျွမ်းကျင်မှုတွေထဲက အစိတ်အပိုင်းတစ်ခုပါပဲ။

Calibration ကယ်ရီဘရိတ်လုပ်တယ်ဆိုသည်မှာ တိုင်းတာသည့်ပစ္စည်းများကို တိတိကျကျမှန်မှန်ကန်ကန်တိုင်းတာနိုင်ရန် စစ်ဆေးသည်ကိရိယာများနှင့် စစ်ဆေးခြင်း၊ ဘယ်လောက်အထိတိတိကျကျ တိုင်းတာနိုင်ပါသည်ကို ဆာတီဖိကိတ် ထုတ်ပေးခြင်း ဖြစ်ပါသည်။



မိုက်ခရိုမီတာတစ်ခုမှာ ပါဝင်တဲ့အစိတ်အပိုင်းတွေရဲ့ နာမည်အခေါ်အဝေါ်တွေ ဖြစ်ပါသည်။ ပုံမှာပဲ ကြည့်ရင် သိနိုင်ပါသည်။ စလီ Sleeve ပေါ်မှာ မှတ်သားထားသောစကေးကို မိန်းစကေးလို့ခေါ်ပြီး Thimble ပေါ်မှာ မှတ်သားထားသောစကေးကို ဗာနီယာစကေးလို့ ခေါ်ပါသည်။

မိုက်ခရိုမီတာတစ်ခုကို ဘယ်လောက်ပမာဏတိုင်းတာနိုင်သလဲဆိုတာရယ်၊ ဘယ်လောက်အထိ အတိအကျတိုင်းနိုင်တယ်ဆိုတာကို ဖရိန်းပေါ်မှာ ဖေါ်ပြထားပါသည်။ အပေါ်ကပုံမှာဆိုရင် 0.01 mm (၀.၀၁မီလီမီတာအထိ တိုင်းနိုင်ပါသည်။) 0-25mm (၀ ကနေ ၂၅မီလီမီတာအထိတိုင်းနိုင်ပါသည်။) ၂၅မီလီမီတာထက်ကြီးပါက တိုင်းတာလို့မရပါ။



ပုံတွင်ပြထားသည်မှာ မိန်းစကေးကို သုညကနေစဖတ်ပါသည်။ သုည၏ညာဖက်အတိုင်း အပေါ်တစ်စိတ်ကို တစ်မီလီမီတာ ရှိပါသည်။ အောက်ဖက်ကအမှတ်နဲ့ အပေါ်ဖက်အမှတ်သည် ၀.၅မီလီမီတာရှိပါသည်။ ဗာနီယာစကေးက သုညသည် အလယ်မျဉ်းနဲ့ တတန်းတည်းကျနေသဖြင့် အထက်ပါပုံ အတိုင်းအတာသည် (၇) မီလီမီတာ ရှိပါသည်။ ဗာနီယာစကေးကို အစိတ်ပေါင်း ၅၀ စိတ်ထားပါသည်။ Thimble ကို တစ်ပတ်ပြည့်အောင် လှည့်လိုက်ပါက ၀.၅မီလီမီတာ ရွေ့ပါသည်။ ဗာနီယာစကေးတစ်စိတ်တန်ဖိုးသည် ၀.၅ ကို တည်ပြီး ၅၀ နဲ့ စားလိုက်ပါက ၀.၀၁ မီလီမီတာ ရပါသည်။ အဲ့ဒီတန်ဖိုးက အနည်းဆုံးတိုင်းတာနိုင်တဲ့ ပမာဏဖြစ်ပါသည်။

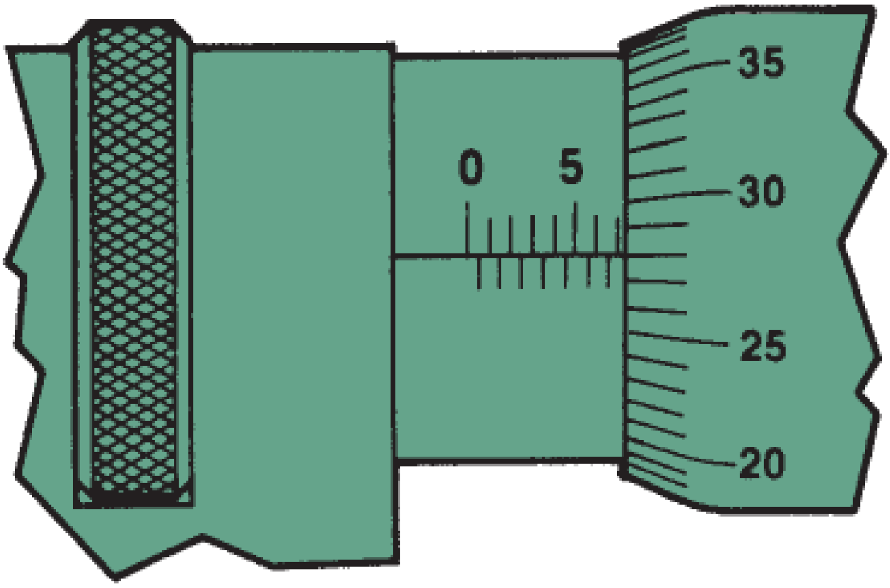


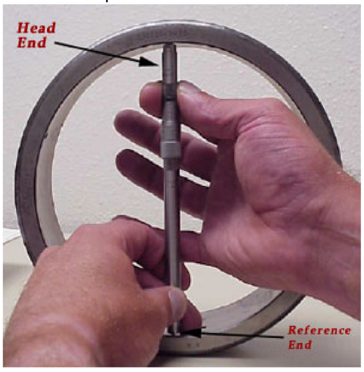
Fig (2-21) ပုံတွင်ပြထားသည့် ပမာဏကို ဖတ်ကြည့်ရင် အစိတ်ခုနစ်စိတ်ရှိသောကြောင့် ၇မီလီမီတာနဲ့ ဗာနီယာစကေး (၂၈) စိတ်ရှိသဖြင့် ၂၈ x ၀.၀၁ = ၀.၂၈ ရှိကာ ပေါင်းလိုက်ရင် ၇ + ၀.၂၈ = ၇.၂၈ မီလီမီတာ ဖြစ်ပါသည်။

2.2.4. Inside Micrometer

အင်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာဆိုတာ သူ့နာမည်အတိုင်း အတွင်းဖက်ကို တိုင်တာဖို့ ဖြစ်ပါသည်။

Fig (2-22) An Inside Micrometer

အင်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာကို အောက်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာဖတ်တတ်ရင် သုံးလို့ရပါပြီ။ အထက်ပါပုံတွင် ၅၀ မီလီမီတာကနေ ၆၀၀ မီလီမီတာအထိ တိုင်းနိုင်ပါသည်။ Extension Tubes တွေကို လိုအပ်သလို ဆက်သုံးရပါသည်။



အင်ဆိုက်မိုက်ခရိုမီတာအသုံးပြုပုံ

2.2.4. Depth Micrometer

ဒက်မိုက်ခရိုမီတာကလည်း သူ့နာမည်အတိုင်း အနက်ကို တိုင်တာဖို့ ဖြစ်ပါသည်။

Fig (2-23) A Depth Micrometer

Shop Talk (ဝပ်ရှော့အတွေ့အကြုံ)
မိုက်ခရိုမီတာတွေမှာလည်း ကယ်ရီဘရိတ်လုပ်ထားမှသာ တိုင်းတာမှုကို အတိအကျ ယုံကြည်လို့ ရမှာဖြစ်ပါသည်။ အတိုင်းအတာအတိအကျသိပြီးသား တစ်ခုခုကို တိုင်းကြည့်စစ်ဆေးခြင်းအားဖြင့် မှန်မမှန် အလွယ်တကူ သိနိုင်ပါသည်။

- ❖ အသုံးမပြုခင်မှာ အမြဲ သန့်ရှင်းရေးလုပ်ပါ။
- ❖ တိုင်းတာတဲ့မျက်နှာပြင်ကို လက်ဖြင့် မထိတွေ့ပါနဲ့။
- ❖ တိုင်းတာသည့် ပစ္စည်းများကို ဖုန်တွေနဲ့ သေချာ သိမ်းဆည်းထားပါ။
- ❖ အသုံးပြုပြီးရင်လည်း သန့်ရှင်းပေးပါ။ ပါဝင်တဲ့ ကိရိယာတွေကို အရမ်းမကြပ်ပါနဲ့။
- ❖ ပြုတ်ကျတာမျိုး မဖြစ်အောင် ဂရုတစိုက် ကိုင်တွယ်အသုံးပြုပါ။

2.2.5. Telescoping Gauge

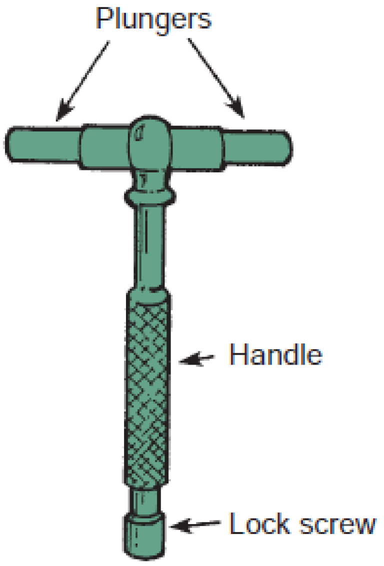
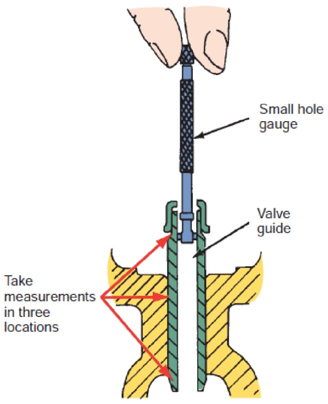


Fig (2-24) Parts of a telescoping gauge

Telescoping gauge ကို snap gauge လို့လည်း ခေါ်ကြပါသည်။ အရွယ်အစားအမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ကြပါသည်။

2.2.6. Small Hole Gauge



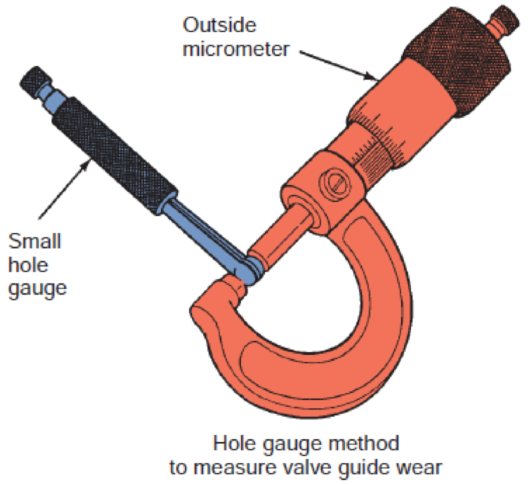


Fig (2-25) Insert the ball gauge into the bore to be measured. Then expand it, lock it, and remove it. Now measure it with an outside micrometer.

Small Hole Gauge ကို ball gauge လို့လည်း ခေါ်ကြပါသည်။ အလွန်သေးငယ်သော အတွင်းပေါက် Bore တွေကို တိုင်းတာပါသည်။

2.2.7. Feeler Gauge

Feeler Gauge ဆိုတာ သတ္တုပြားပါးပါးလေးတွေနဲ့ လုပ်ထားပြီး အထူအတိအကျရှိပါသည်။ အထူ ၀.၀၀၂ လက်မကနေ ၀.၀၁၀ လက်မအထိ မတူညီတဲ့သတ္တုပြားပါးပါးလေးတွေကို စုစည်းတည်ဆောက်ထားပါသည်။ ဖီလာဂေ့ ကို ပစ္စတင်ရင်း၊ ကွန်နက်တီးရော့စသည့် Clearance ကို တိုင်းတာသည့်နေရာများတွင် အသုံးပြုကြပါသည်။ အခြားစက်မှုလုပ်ငန်းတွေမှာလည်း အသုံးပြုကြပါသည်။

Fig (2-26) Typical feeler gauge set

2.2.8. Straightedge

Straightedge ဆိုတာ ညီညာဖြောင့်တန်းပြီး စက်ဖြင့်သေချာခုတ်စားအချောကိုင်ထားတဲ့ ဗားတန်းတစ်ခုပဲ ဖြစ်ပါသည်။ စတွိတ်အက်ကို ဖီလာဂေ့နဲ့အတူ မျက်နှာပြင် ညီမညီစစ်ဆေးတဲ့အခါ အသုံးပြုပါသည်။

Fig (2-27) Using a feeler gauge and precision straightedge to check for warpage

2.2.9. Dial Indicator

ဒိုင်ရယ်အင်ဒီကေတာဆိုတာ ၀.၀၀၁လက်မရွေလျားမှုအထိ တိုင်တာနိုင်အောင် လုပ်ထားပါသည်။ မီလီမီတာနဲ့ ရှိပါသည်။ အသုံးပြုသောနေရာတွေကတော့ valve Lift, journal concentricity, flywheel စတဲ့ နေရာတွေမှာ အသုံးပြုကြပါသည်။ အခြားစက်မှုလုပ်ငန်းတွေကတော့ မော်တာနဲ့ ပန့်ဆက်သွယ်တဲ့ ဝန်ရိုးကို အလိုင်းမန့်ချိန်တဲ့နေရာတွေမှာ အသုံးပြုပါသည်။

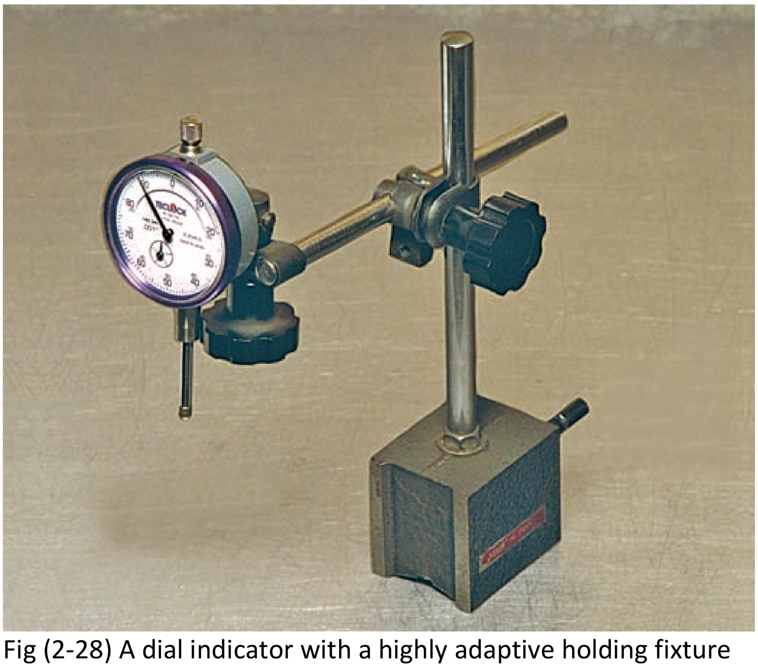


Fig (2-28) A dial indicator with a highly adaptive holding fixture

Fig (2-29) This dial indicator setup will measure the amount this axle can move in and out

2.3. HAND TOOLS

ကားလုပ်ငန်းလုပ်တဲ့အခါ လိုအပ်တဲ့တိုင်းတာမှုကိရိယာတွေ၊ လိုအပ်တဲ့လက်သုံးကိရိယာတွေ၊ ကားတစ်စီးလုံးနဲ့ ကားအင်ဂျင်ကို လိုအပ်သလို မြင့်တင်ပေးနဲ့ကိရိယာတွေ၊ ပြည့်စုံစွာရှိထားမှသာ အလုပ်လုပ်ရတာ အဆင်ပြေပါလိမ့်မည်။

2.3.1. Wrenches (ဘုတ်နဲ့နတ်ကို အဖြုတ်အတတ်လုပ်မည့် ဝွများ)

ထွေထွေထူးထူးရှင်းပြစရာ မလိုတဲ့အတွက် ပုံမှာပဲ ကြည့်စေချင်ပါသည်။

Fig (2-30) A Technians needs many different sets of wrenches.

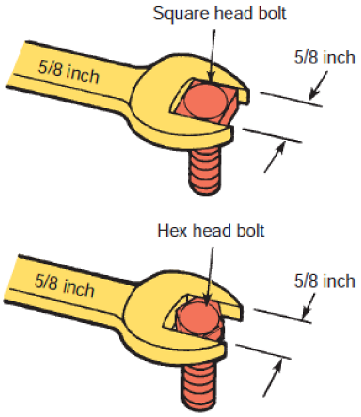


Fig (2-31) An open-end wrench grips only two sides of a fastener

Fig (2-32) Six-point and twelve-point box-end wrenches are available

2.3.2. Adjustable-End Wrench

ငွရှင်လိုခေါ်တဲ့ Adjustable-End Wrench ကို အလွယ်တကူအသုံးပြုနိုင်ပေမဲ့ အလွယ်တကူကျွတ်ထွက်သွားတတ်သောကြောင့် အသုံးပြုရင် ဂရုတစိုက် အသုံးပြုရပါလိမ့်မည်။

Fig (2-32A) Adjustable-End Wrench

Fig (2-33) **Top**- A handy tool containing many different Allen wrenches. **Bottom** – Tee-handle Allen wrenches designed for better gripping and easier torque application.

2.3.3. Sockets and Rachets

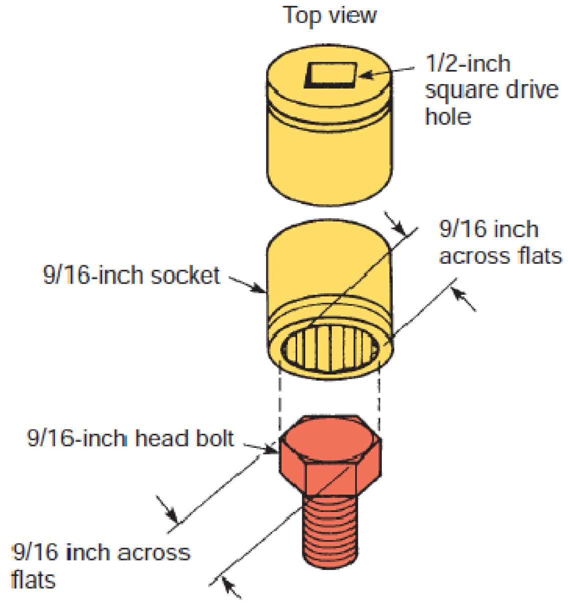


Fig (2-34) The size of the correct socket is the same size as the bolt head or nut.

Fig (2-35) An assortment of rachets

Fig (2-36) A chromed deep-well socket and an impact socket.

Fig (2-37) A typical set of socket drivers

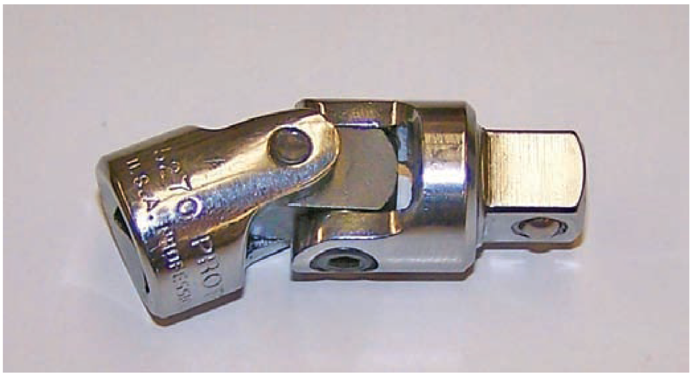


Fig (2-38) A flexible adapter is used when direct access to the bolt is not possible

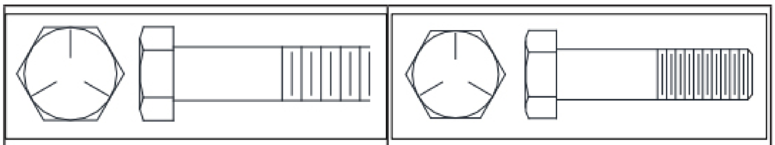
Fig (2-38A) Socket adapters

2.3.4. Torque Wrenches

Torque Wrench ဆိုတာ ဘုတ်နဲ့နတ်ကို တိတိကျကျကြပ်တဲ့နေရာမှာ အသုံးပြုပါသည်။

Fig (2-39) The common types of troque wrenches

Torque တန်ဖိုးတွေကတော့ (ft-lb) သို့မဟုတ် (N-m) နဲ့ ဖော်ပြပါသည်။



GRADE 5 COURSE THREAD			
BOLT size-pitch	LUBRICATED		SEIZE
	in-lbs	Nm	in-lbs
1/4"-20	91	10	61
	ft-lbs	Nm	ft-lbs
5/16"-18	16	22	11
3/8"-16	28	38	19
7/16"-14	45	61	30
1/2"-13	68	92	46
9/16"-12	98	133	66
5/8"-11	140	190	91
3/4"-10	240	325	160
7/8"-9	390	529	260
1"-8	580	786	390
1 1/8"-7	715	969	480
1 1/4"-7	1,010	1,369	675
1 3/8"-6	1,330	1,803	885

GRADE 5 FINE THREAD			
BOLT size-pitch	LUBRICATED		SEIZE
	in-lbs	Nm	in-lbs
1/4"-28	105	12	70
	ft-lbs	Nm	ft-lbs
5/16"-24	18	24	12
3/8"-24	32	43	21
7/16"-20	50	68	34
1/2"-20	77	104	51
9/16"-18	110	149	73
5/8"-18	155	210	105
3/4"-16	270	366	180
7/8"-14	430	583	285
1"-14	655	888	435
1 1/8"-12	805	1,091	535
1 1/4"-12	1,120	1,519	745
1 3/8"-12	1,510	2,047	1,010

Fig (2-39A) Bolt and nut torque value chart for sample only.

Shop Talk (ဝပ်ရှော့အတွေ့အကြုံ)
Torque value ကို တိတိကျကျသိဖို့လိုပါသည်။ မှားနိုင်တဲ့ ပမာဏနဲ့ကြပ်လိုက်ပါက ဘုတ်နဲ့နတ်ပျက်စီးသွားတတ်ပါသည်။

Torque Wrench အသုံးပြုပုံ

- Torque Wrench တစ်ခုမှာ (ft-lb) သို့မဟုတ် (N-m) နဲ့ ဖေါ်ပြပါသည်။
- အသုံးပြုလိုသော တော့တန်ဖိုးကို အရင်ချိန်ထားပါ။
- ချိန်ထားသော (N-m) ကျော်သွားပါက ကြပ်ပေးမှာမဟုတ်ပဲ ဂျပ်ဂျပ်မြည်ပြီး တော့တန်ဖိုးကို ရောက်ပြီဆိုတာ ချက်ချင်းသိနိုင်ပါသည်။

2.3.5. Screwdrivers

ကျောက်လှည့်လို့ခေါ်တဲ့ Screwdrivers ကို သေးငယ်တဲ့စက္ကူလေးတွေ ဖြုတ်တဲ့အခါ အသုံးပြုပါသည်။

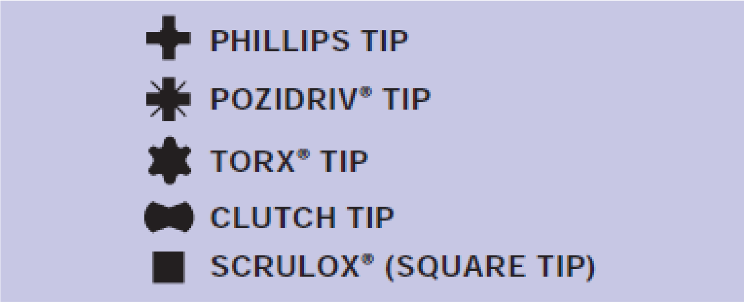


Fig (2-40) The various screwdriver tips that are available.

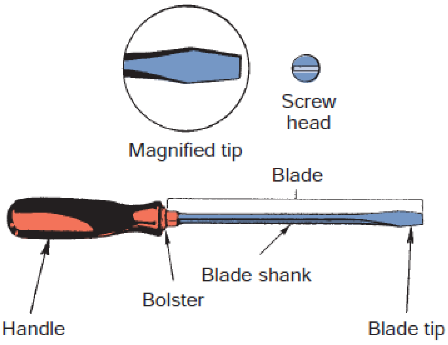


Fig (2-41) The blade tip screwdriver is used with slotted head fasteners

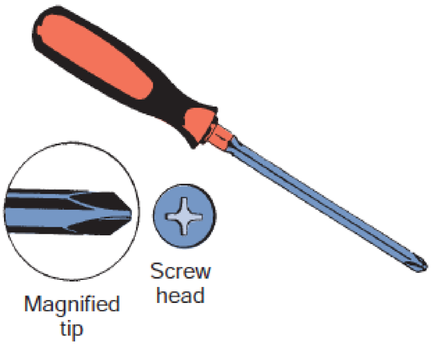


Fig (2-42) The tip of a Phillips screwdriver has four prongs that provide a good grip in the fastener.

2.3.6. Impact Screwdriver

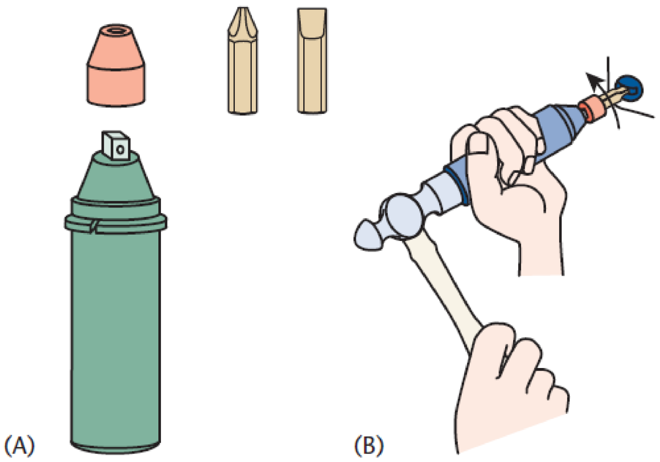


Fig (2-43) (A) An impact screwdriver set. (B) An impact screwdriver automatically tries to rotate the screw when it is struck with a hammer.

2.3.7. Pliers

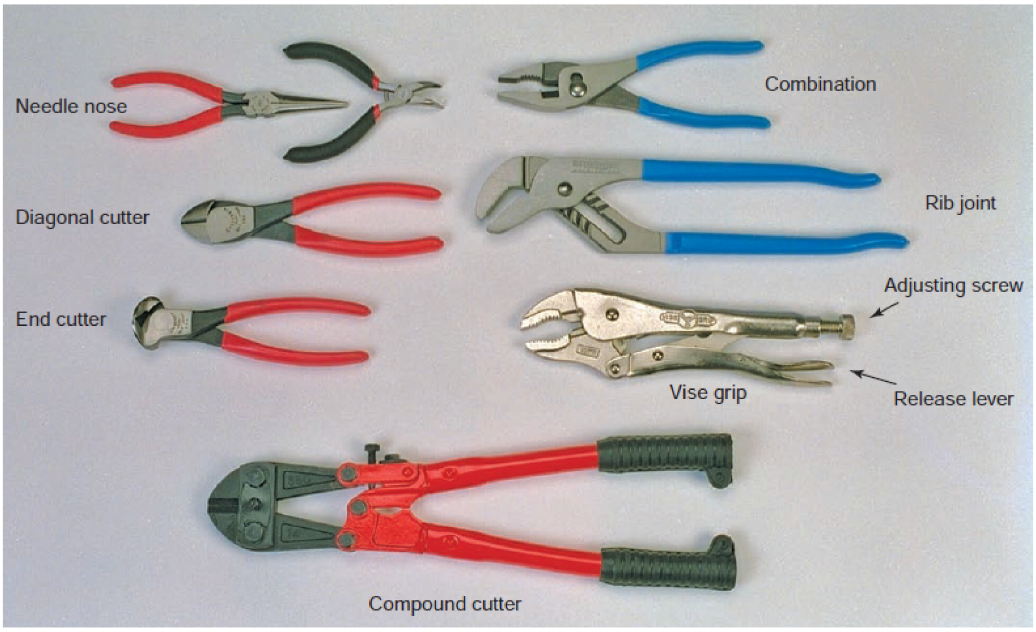


Fig (2-44) Various types of pliers

Fig (2-45) Snapring and retaining ring pliers

2.3.8. Hammers

Fig (2-46) Various steel-faced hammers.

Fig (2-47) Soft-faced hammers

2.3.9. Chisels and Punches

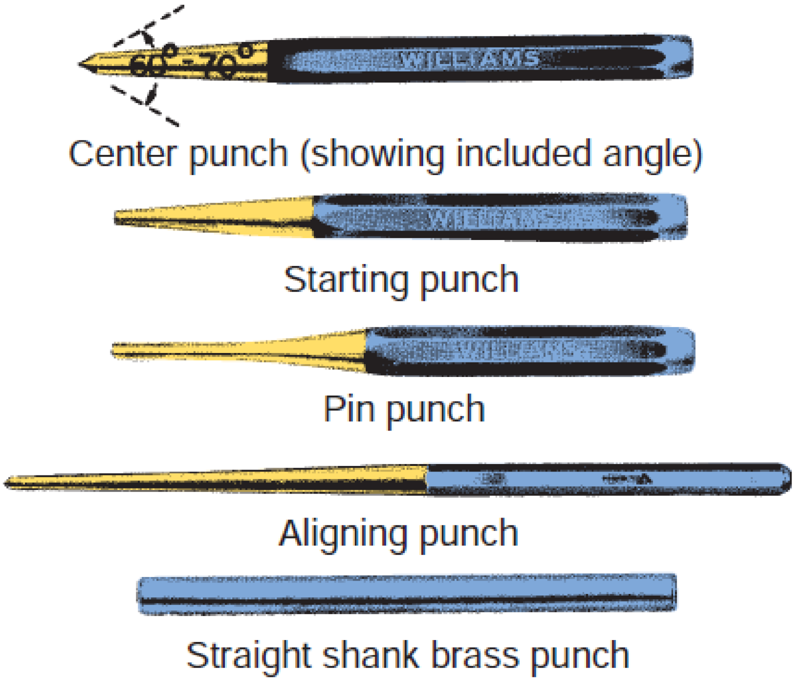


Fig (2-48) Punches are defined by their shape and the diameter of the point.

2.3.10. Removers

တခါတရံမှာ ဘုတ်နဲ့နတ်ဖြုတ်တဲ့အခါ ဘုတ်ခေါင်းကျိုးလိုသော်လည်းကောင်း၊ နတ်ခြောက်ထောင့်သည် ထောင့်တွေ ပျက်စီးလိုသော်လည်းကောင်း လွယ်လွယ်ကူကူဖြုတ်မပဲ ဖြစ်တတ်ပါသည်။ အဲ့လိုဖြစ်တဲ့အခါ Remover တွေကို အသုံးပြုရပါသည်။

2.3.10.1 Stud Remover

Fig (2-49) Stud installation / remove tool

Fig (2-50) Srew extractors

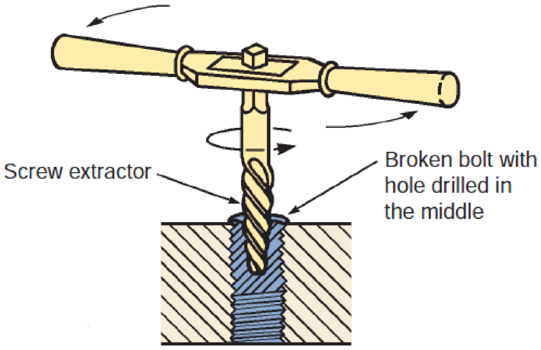


Fig (2-51) Using a screw extractor to remove a broken bolt. ကျိုးသွားတဲ့ ဘုတ်ချောင်းကို စကူအိတ်ထရတ်တာနဲ့ ဖြုတ်နေပုံ

2.3.11. Hacksaws (ဒိုင်းလွှ)

တချို့ မလိုအပ်တဲ့အရာတွေ ဖြတ်ဖို့အတွက် ဒိုင်းလွှကို အသုံးပြုပါသည်။

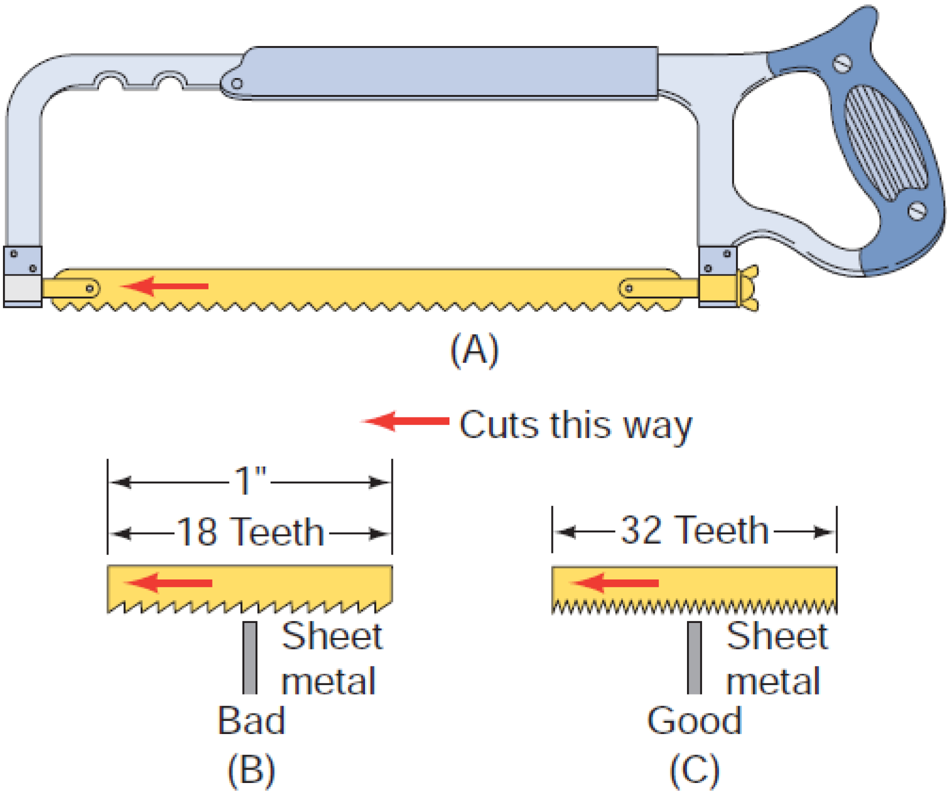


Fig (2-52) (A) The teeth on the blade in a hacksaw should face forward. (B) A coarse blade should not be used with sheet metal. (C) A fine blade will work well with sheet metal.

2.3.12. Files (တံစဉ်း)

မလိုအပ်တဲ့ သတ္တုသားတွေ ဖယ်ထုတ်ဖို့အတွက် တံစဉ်းကို သုံးပါသည်။

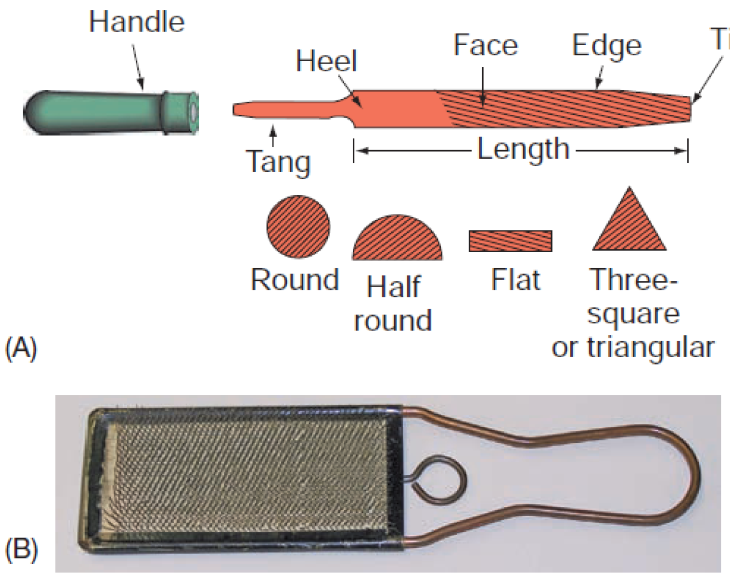


Fig (2-53) (A) Files come in a variety of shapes.

2.3.13. Gear and Bearing Pullers

ရုပ်ကနေ ဂီယာတွေ ပူလီတွေ ဖြုတ်တဲ့အခါမှာ ဘယ်ယာရင်ပူလာနဲ့ ဖြုတ်ရပါသည်။

Fig (2-54) Using a slide hammer-type puller to remove a drive shaft.

Fig (2-55) The jaws on this puller are reversible to allow for inside and outside pulls.

2.3.14. Trouble light

2.3.15. Creeper

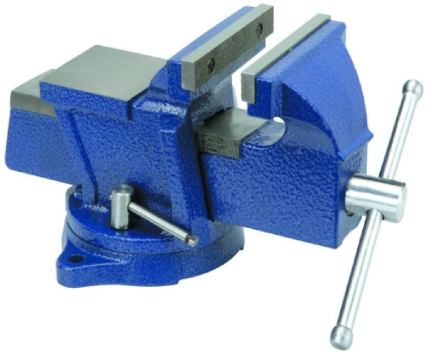
Fig (2-56) A creeper allows you to work comfortably and safety under a vehicle.

2.4. SHOP EQUIPMENT

ဝပ်ရှော့တစ်ခုထောင်ပြီး အလုပ်လုပ်တော့မယ်ဆိုရင် ဖေါ်ပြပါတိုင်းတာသည့် ကိရိယာတွေ၊ လက်ကိုင်တူးတွေ၊ အီကွေ့မန်တွေဝယ်ယူစုဆောင်းဖို့ လိုအပ်ပါသည်။

2.4.1. Bench vises

ပစ္စည်းတွေကို ဗိုက်မှာ ညှပ်ပြီး အသုံးပြုပါသည်။



2.4.2. Bench Grinder (ကျောက်စက်)

2.4.3. Presses (ဖိစက်)

Fig (2-57) A floor-mounted hydraulic press

2.4.4. Air-powered Grease Guns (အမဲဆီခေါင်း)

လေအားသုံးအမဲဆီထိုးတဲ့စက်သည် ကွန်ပရက်ဆာမှ လေအားလိုပါသည်။

2.4.4. Oxyacetylene Torches (အောက်ဆီအစက်တလင်းဖြတ်စက်)

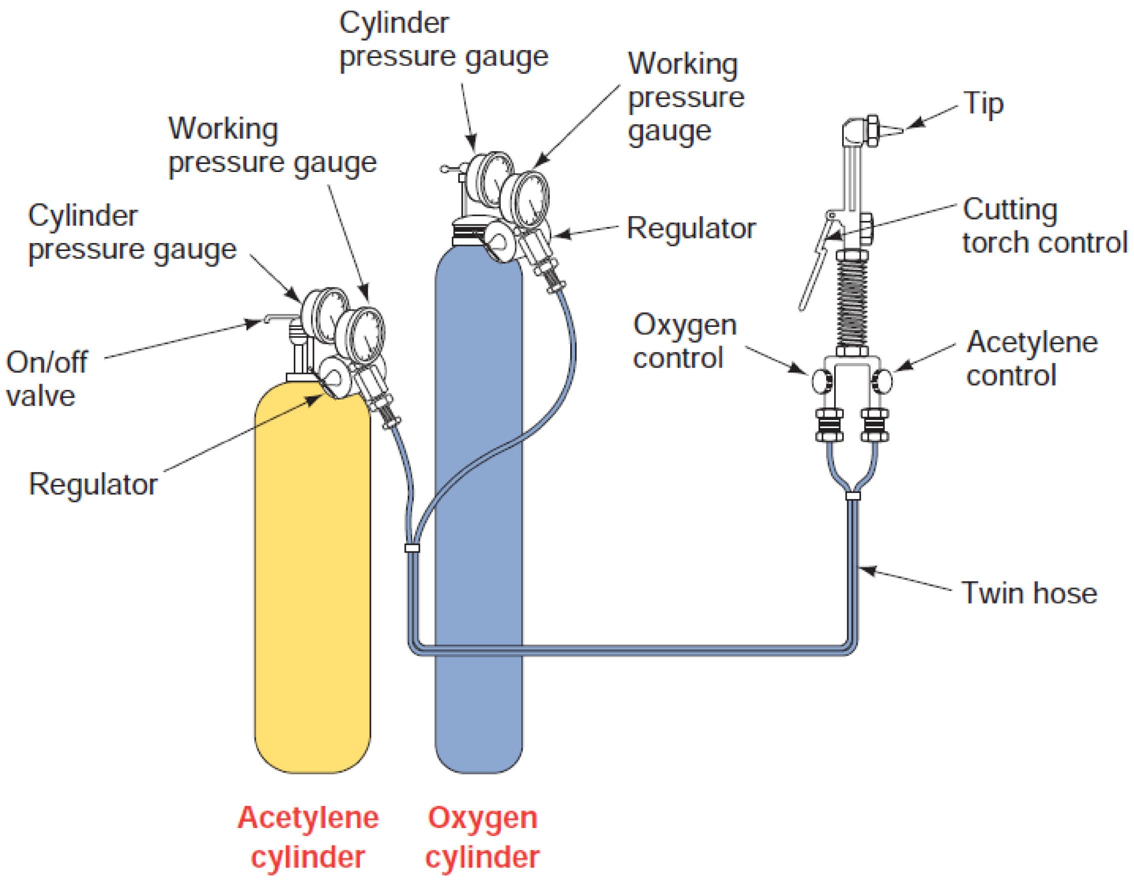


Fig (2-58) Oxyacetylene welding equipment shown with a cutting torch.

2.5. POWER TOOLS

Shop Talk (ဝပ်ရှော့အတွေ့အကြုံ)

ပါဝါတူးတွေကိုသုံးတဲ့အခါ **Safety** ကို အထူးဂရုစိုက်ဖို့လိုပါသည်။ ပါဝါဆိုသည်မှာ လျှပ်စစ်၊ လေအား၊ ဟိုက်ဒရောလစ်အားတွေကို ဆိုလိုပါသည်။ လျှပ်စစ်သုံးရင် ဓာတ်လိုက်မှာကြောက်ရပါသည်။ လေအားသုံးရင် မျက်စီထိမှာ စိုးရိမ်ရပါသည်။ ဟိုက်ဒရောလစ်အားသုံးရင် လူသေနိုင်တဲ့အထိ အန္တရာယ်ရှိပါသည်။

ဘယ်ပါဝါတူးကိုပဲသုံးသုံး မသုံးခင် အသုံးပြုနည်းကို သေချာလေ့လာရပါမည်။ လိုအပ်တဲ့ တကိုယ်ရေကာကွယ်တဲ့ **Personal Protective Equipment (PPE)** တွေ ဝတ်ဆင်ရပါမည်။

သင်သာဝပ်ရှော့ပိုင်ရှင်တစ်ယောက်ဆိုရင် ဝပ်ရှော့မှာ အလုပ်လုပ်သူအားလုံးရဲ့ ဘေးအန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေးကို ဂရုတစိုက် လုပ်ပေးရပါမည်။

ပါဝါတူးထုတ်လုပ်သူတွေသည် သူတို့ထုတ်လုပ်သောပစ္စည်းတွေ ဘယ်လိုကိုင်တွယ်မောင်းနှင်ရမယ်ဆိုတာ ဖော်ပြလေ့ရှိပြီး ဂရုတစိုက် လိုက်နာရပါမည်။

2.5.1. Impact Wrench (အင်းပက်ရင့်)

အင်းပက်ရင့်ကို လေအားနဲ့ အသုံးပြုရပါသည်။ ကွန်ပရက်ဆာမှလေကို အင်းပက်ရင့်ကို လေပိုက်နဲ့ဆက်သွယ်တပ်ဆင်ပေးရပါသည်။

Fig (2-59) A typical air impact wrench

2.5.2. Air Ratchet

Fig (2-60) An air ratchet.

2.5.3. Air Drill

Fig (2-60A) An air drill

2.5.4. Blowgun

Blowgun ကို လေအားနဲ့ သန့်ရှင်းလုပ်တဲ့အခါ အသုံးပြုပါသည်။

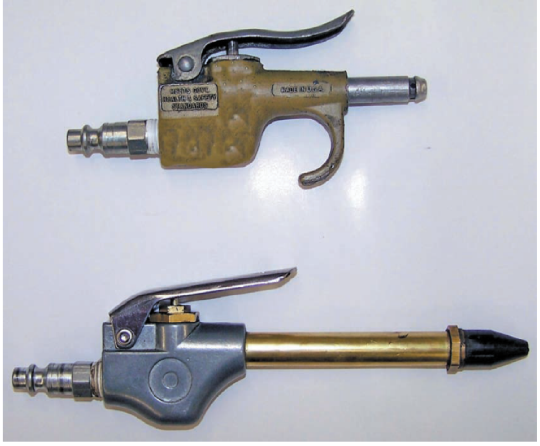


Fig (2-61) Two types od air nozzles (blowgun)

2.5.5. Hydraulic Floor Jack

Fig (2-62) Whatever you have raised a vehicle with a floor jack, the vehicle should be supported with jack stands.

Fig (2-62A) Jack Stands

2.5.6. Lift

Lift ဆိုတာ ကားကို မတင်ပြီး ကားအောက်ပိုင်းတွေမှာ အလုပ်လုပ်နိုင်ဖို့ အသုံးပြုခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

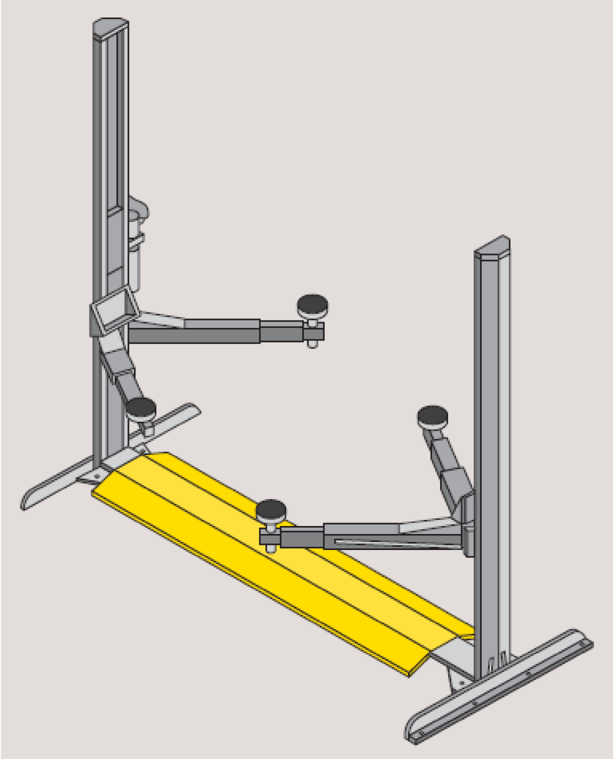


Fig (2-63) An aboveground or surface mount Frame-contct lift.

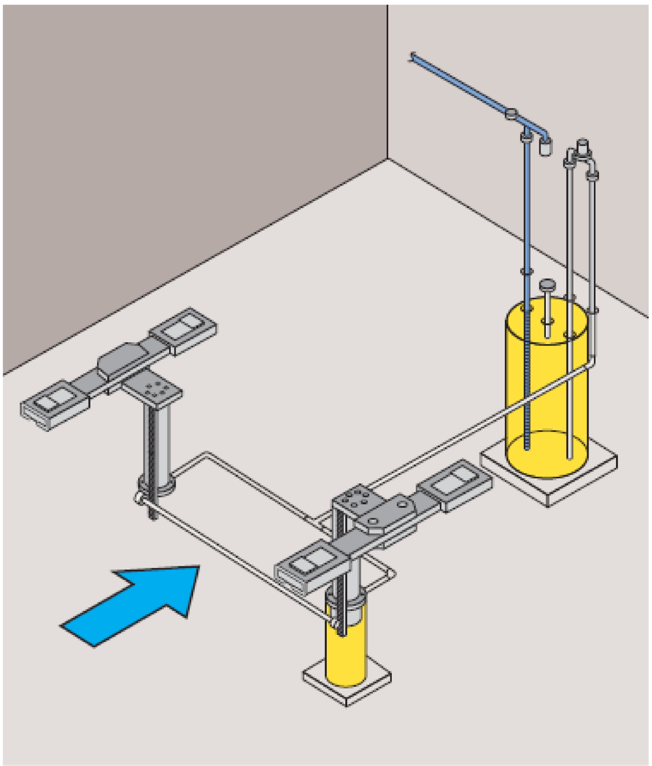


Fig (2-64) The typical setup for twin post lift

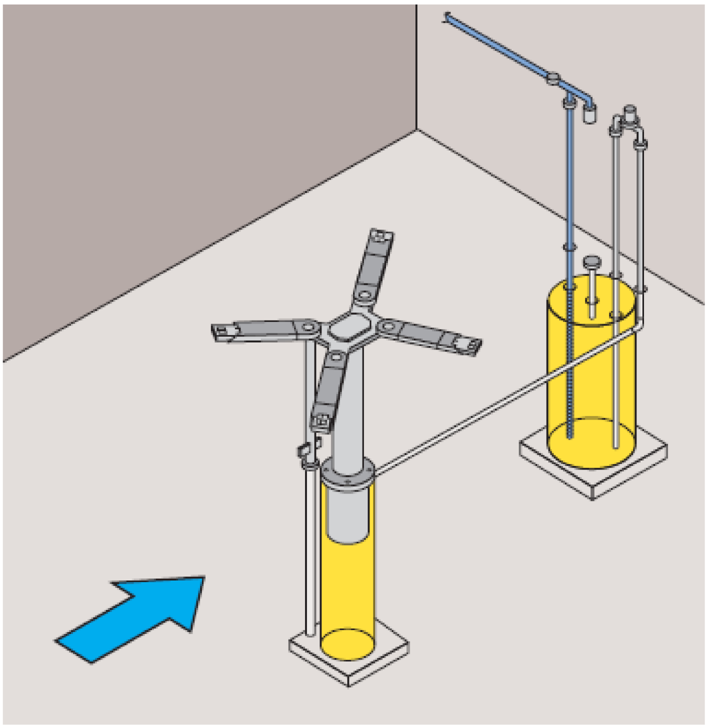


Fig (2-65) The typical setup for a single post lift.

Fig (2-65) Make sure the locking device or safety is fully engaged after the vehicle has been raised to the desired height.

2.5.7. Portable Crane

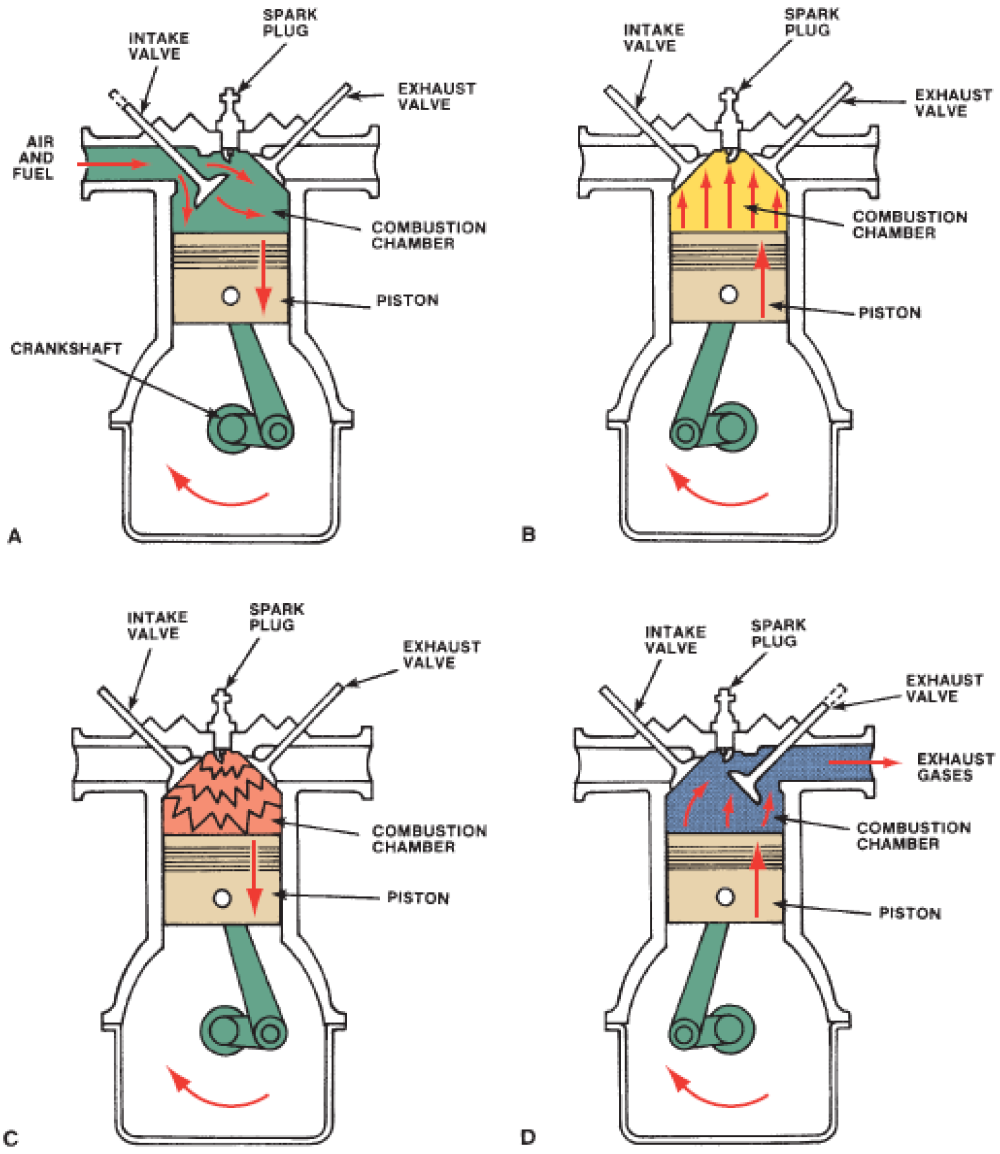
Fig (2-66) Portable crane (or) Engine crane

2.5.8. Engine Stands / Benches

Fig (2-67) Engine Stands / Benches

CHAPTER (3)

AUTOMOTIVE ENGINE DESIGNS AND DIAGNOSIS



CHAPTER (3)
AUTOMOTIVE ENGINE DESIGNS AND DIAGNOSIS

3.1. Introduction to Engines

ကားများကို ရွေ့လျားမောင်းနှင်ရန် အင်ဂျင်ပါရှိပါသည်။ ကားအင်ဂျင်များအားလုံးကို ဒီဇယ်အင်ဂျင်နှင့် ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်ဆိုပြီး နှစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်ပြီး ဤအင်ဂျင်နှစ်မျိုးစလုံးသည် အတွင်းမီးလောင်ပေါက်ကွဲသောအင်ဂျင် (Internal Combustion Engine) အမျိုးအစားများ ဖြစ်ကြပါသည်။ အင်ဂျင်ထဲကို ဆီနဲ့လေကို ရောနှောစေကာ မီးလောင်ပေါက်ကွဲစေခြင်းဖြင့် ပါဝါရရှိစေခြင်း ဖြစ်ပါသည်။

ကားကြီးတွေမှာ ဒီဇယ်အင်ဂျင်ကိုသာ အသုံးပြုကြပြီး တချို့ကားသေးများတွင်လည်း အသုံးပြုကြပါသည်။ ဒီဇယ်အင်ဂျင်နဲ့ ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်အဓိက အချက်တွေက အတူတူပင်ဖြစ်သော်လည်း သူတို့ရဲ့ အလုပ်လုပ်ပုံကတော့ အတော်ကွဲပြားမှု ရှိပါသည်။

ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တွင် ဓာတ်ဆီနှင့်လေကို ကာဗရိုက်တာ(Carburetor)ကနေ ရောနှောပေးပြီး အင်ဂျင်ထဲထည့်ကာ ပစ်စတင် ဖြင့်ဖိသိပ်ကာ အပူချိန်နှင့်ဖိအားများနေချိန်တွင် စပတ်ပလပ် (Spark Plug) မှ မီးထွက်စေပြီး မီလောင်းပေါက်ကွဲကာ ပါဝါရရှိစေပါ သည်။

ဒီဇယ်အင်ဂျင်တွင် အင်ဂျင်ထဲကို လေတစ်မျိုးထဲကိုသာထည့်ပြီး ပစ်စတင် ဖြင့်ဖိသိပ်ကာ အပူချိန်နှင့်ဖိအားများနေချိန်တွင် နော်ဇယ်မှ ဒီဇယ်ဆီအမှုန်အမွှားလေးများကို ဖြန်းပေးစေခြင်းဖြင့် မီလောင်းပေါက်ကွဲကာ ပါဝါရရစေပါသည်။

Figure (3-1) Today's engines are complex, efficient machines (ဒီနေ့ခေတ်ကားအင်ဂျင်တွေသည် အလွန်ရှုပ်ထွေးပြီး လုပ်နိုင်စွမ်းပိုကောင်းလာပါသည်။

ဆလင်ဒါဘလောက်ကို အင်ဂျင်ဘလောက်လို့ခေါ်ပြီး အင်ဂျင်ရဲ့အကြီးဆုံးအပိုင်း ဖြစ်ပါသည်။ သွန်းသံ (Cast Iron) သို့မဟုတ် အလူမီနီယမ် (Aluminium) နဲ့ တည်ဆောက်ပါသည်။ ဆလင်ဒါဘလောက်တွင် ရေသွားရန် ချောဆီများသွားရန် အပေါက်များ ဖေါက်ထားပါသည်။ ပစ်စတင်ရွေ့လျားသွားလာအလုပ်လုပ်ရန် ဆလင်ဒါများ ပါရှိရပါသည်။ ဆလင်ဒါဘလောက်တွင် အခြားစက်မှုဆိုင်ရာပစ္စည်းများကို တပ်ဆင်ရပါသည်။

Figure (3-2) A cylinder block for an eight-cylinder engine (ရှစ်လုံးထိုးဆလင်ဒါဘလောက်တစ်လုံး)

ဆလင်ဒါဟက်ကို ဆလင်ဒါဘလောက်အပေါ်မှာ တပ်ဆင်ရပါသည်။ ဆလင်ဒါဘလောက်နှင့် ဆလင်ဒါဟက်တို့ကို Head Gasket ဖြင့် တပ်ဆင်ရပါသည်။ ဆလင်ဒါဟက်တွင် Combustion Chamber အခိက ပါရှိပြီး ဆလင်ဒါထဲကို အဝင်အထွက် Inlet Port, Exhaust Port များပါရှိပါသည်။ ဆလင်ဒါဟက်ကိုလည်း သွန်းသံ (Cast Iron) သို့မဟုတ် အလူမီနီယမ် (Aluminium) နဲ့ တည်ဆောက်ပါသည်။

ပစ်စတင်ထိပ်နှင့် ဆလင်ဒါဟက်ကြားတွင် မီးလောင်ပေါက်ကွဲပါသည်။ ပစ်စတင်သည် အအေးဗူးပုံစံရှိပြီး ဆလင်ဒါထဲတွင် တင်းတင်းရင်းရင်း ထည့်ထားရပါသည်။ ဆလင်ဒါလေးလုံးပါသောအင်ဂျင်တွင် ပစ်စတင်လေးလုံးရှိပြီး တစ်လုံးချင်းသည် Intake Stroke, Compression Stroke, Power Stroke, Exhaust Stroke တွေ အလှည့်ကျဖြစ်နေပါသည်။ အင်းတိတ်စတုပ်တွင် ပစ်စတင်သည် အောက်ဖက်ကို ရွှေ့နေပြီး Inlet Port ဖွင့်နေပြီး လေနဲ့ဆီအရောအနှောကို ဆလင်ဒါအတွင်း ဝင်စေပါသည်။ ကွန်းပရက်ရှင်းစတုပ်တွင် ပစ်စတင်သည် အပေါ်ဖက်ကို ရွှေ့နေပြီး Inlet Port နှင့် Exhaust Port ပိတ်နေပြီး လေနဲ့ဆီအရောအနှောကို ဖိသိပ်ပါသည်။ ဆလင်ဒါအတွင်းရှိသော လေနဲ့ဆီအရောအနှောသည် ဖိအားများပြီး အပူချိန်လည်း များလာပါသည်။ အဲ့ဒီအချိန်တွင် စပတ်ပလပ်က မီးခတ်ပေးလိုက်သောအခါ မီးလောင်ပေါက်ကွဲကာ ပစ်စတင်ကိုတွန်းပေးခြင်းခြင့် ပါဝါရရှိပါသည်။ ပစ်စတင်သည် အပေါ်ဖက် ကို ပြန်တက်သောအခါ မီးလောင်းပြီးသော မီးခိုးငွေ့တွေကို Exhaust Port ကနေ အင်ဂျင်အပြင်ဖက်ကို ထုတ်ပစ်ပါ သည်။ ဤသို့ဖြင့် ပစ်စတင်သည် အင်ဂျင်ထဲတွင် အထက်အောက် ရွှေလျားနေပါသည်။

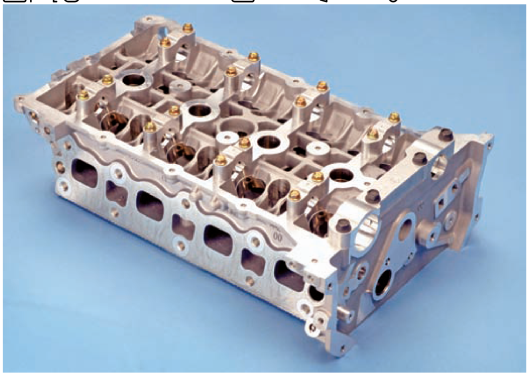


Figure (3-3) A Cylinder head for a late-model inline four-cylinder engine (ဒီနေ့ခေတ်လေး လုံးထိုးကားအင်ဂျင်ရဲ့ ဆလင်ဒါဟက်ပုံ)

3.1.1. Engine Construction (အင်ဂျင်တည်ဆောက်ထားပုံ)

ခေတ်မီကားအင်ဂျင်တွေသည် နည်းပညာမြင့်မားစွာဖြင့်တည်ဆောက်ထားကာ ပါဝါထုတ်ပေးသောစက်ရုံတစ်ရုံကဲ့သို့ တည်ဆောက်ထားပါသည်။ ဈေးကွက်ရဲ့တောင်းဆိုချက်အရ အရည်အသွေးကောင်းမွန်သောအင်ဂျင်တွေ ဒီဇိုင်းထုတ်ကာ ထုတ်လုပ်လာကြပါသည်။ ခေတ်မီကားအင်ဂျင်တွေကို ပေါ့ပါးစေရန် သွန်းသံအစား အလူမီနီယမ်၊ မက်ဂနီဆီယမ်၊ Fiber-reinforced plastic တွေနဲ့ ထုတ်လုပ်လာကြပါသည်။

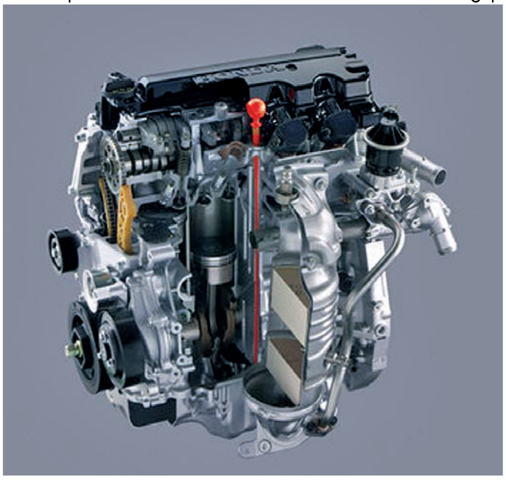


Figure (3-4) A typical late-model engine (ခေတ်မီကားအင်ဂျင်တစ်ခုပါ)

3.2. Engine Classification (အင်ဂျင်အတန်းအစားခွဲခြားခြင်း)

အင်ဂျင်တွေကို အဓိကအားဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း ခွဲခြားနိုင်ပါသည်။

(A) Operational Cycle (ကားအင်ဂျင်တော်များများကို 4 Stroke ဖြင့် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ တချို့အရမ်းဟောင်းတဲ့အင်ဂျင်တွေကို 4 Stroke ဖြင့် တည်ဆောက်ထားပါသည်။)

(B) Number of Cylinders (ဆလင်ဒါအရေအတွက်) များသောအားဖြင့် ဆလင်ဒါ ၃လုံး၊ ၄လုံး၊ ၅လုံး၊ ၆လုံး၊ ၈လုံး ၁၀လုံး၊ ၁၂လုံး စသည်ဖြင့် တည်ဆောက်ကြပါသည်။

(C) Cylinder Arrangement (ဆလင်ဒါတည်ဆောက်ပုံ) အဓိကအားဖြင့် Flat (Opposed), inline, V-type.

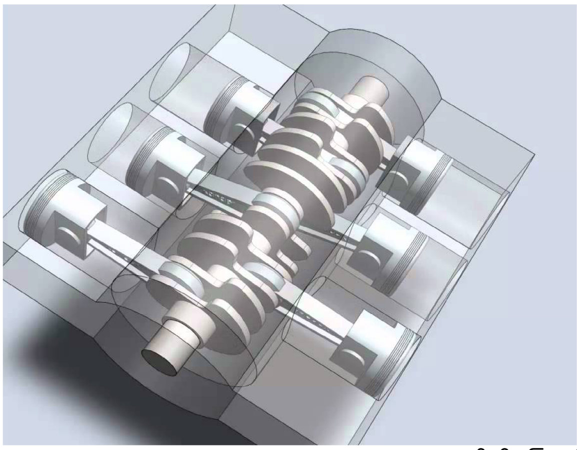


Figure (3-5) Six cylinder flat engine (ဆလင်ဒါခြောက်လုံးထိုး ဖလက်အင်ဂျင်ဘလောက်ပုံ)

Figure (3-6) Inline Engine Block (ဆလင်ဒါခြောက်လုံးထိုး အင်လိုင်းအင်ဂျင်ဘလောက်ပုံ)

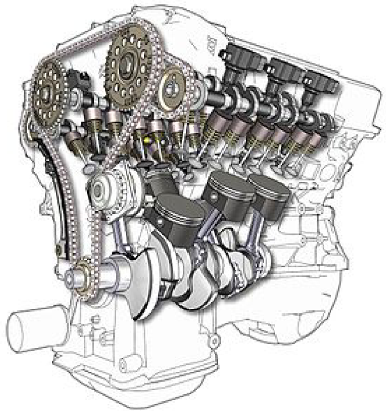


Figure (3-7) V-6 Engine (ဆလင်ဒါခြောက်လုံးထိုး ဗွီစစ်အင်ဂျင်ပုံ)

(D) Valve Train Type (ဗားအဖွင့်အပိတ်လုပ်ပုံ)

အဓိကအားဖြင့် ဗားအဖွင့်အပိတ်နှစ်မျိုးရှိပါသည်။ Overhead camshaft (OHC) နဲ့ Overhead valve (OHV) တို့ ဖြစ်ကြပါသည်။

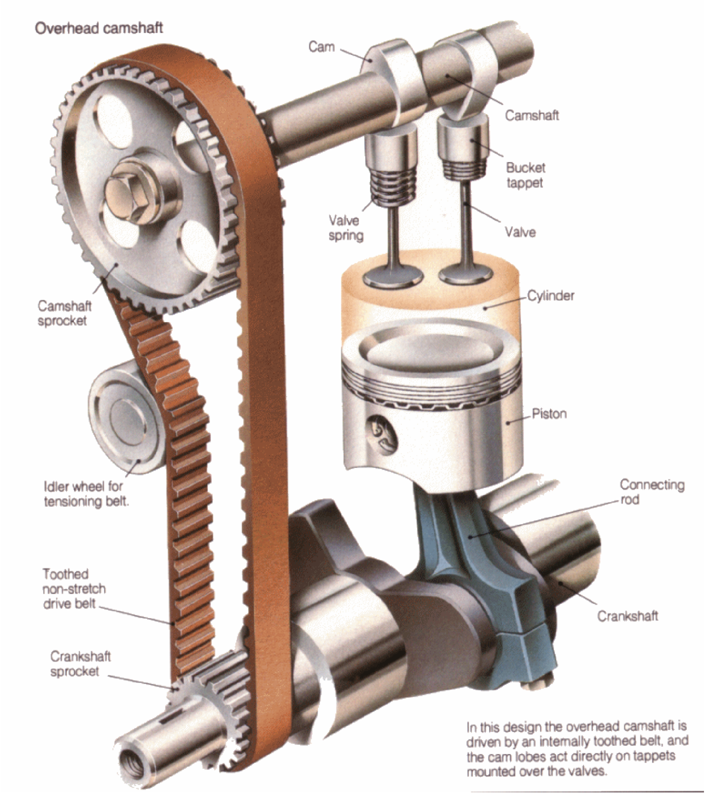


Figure (3-8) Overhead camshaft (OHC)

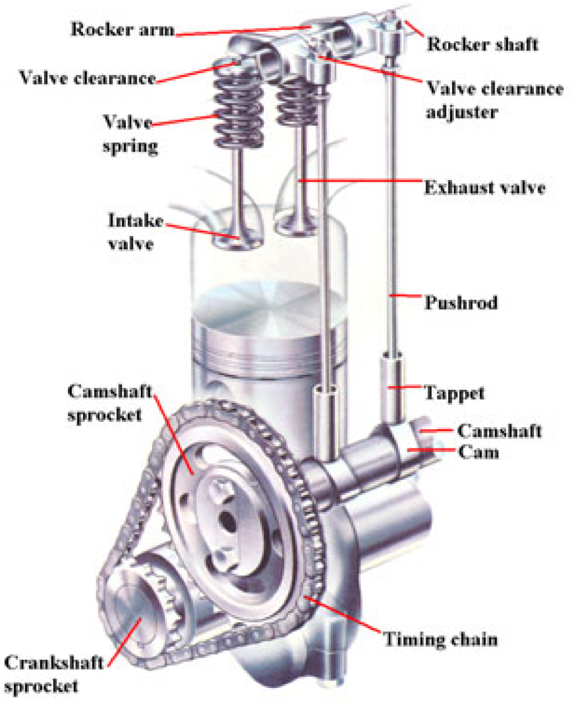


Figure (3-9) Overhead valve (OHV)

(E) Ignition Type (အင်ဂျင်ထဲမှာ မီးလောင်ပေါက်ကွဲပုံ)

မီးလောင်ပေါက်ကွဲပုံ နှစ်မျိုးရှိပါသည်။ Spark Ignition နဲ့ Compression Ignition တို့ ဖြစ်ပါသည်။ ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တွင် စပတ်ပလပ်ရှိပြီး Spark Ignition ကို သုံးပါသည်။ ဒီဇယ်အင်ဂျင်တွင် စပတ်ပလပ်မရှိပဲ Compression Ignition ကို သုံးပါသည်။

(F) Cooling systems (အင်ဂျင်ကို အအေးပေးစနစ်)

လေအအေးပေးစနစ်နဲ့ အရည်အအေးပေးစနစ်ဆိုပြီး နှစ်မျိုးရှိသော်လည်း အရည်အအေးပေးစနစ်ကို အသုံးပြုကြပါသည်။

(G) Fuel type (အသုံးပြုသော ဆီအမျိုးအစား)

ကားအင်ဂျင်တွင် အသုံးပြုသော ဆီအမျိုးအစားများမှာ ဓာတ်ဆီ၊ သဘာဝဓာတ်ငွေ့၊ မီသနော၊ ဒီဇယ်ဆီ၊ ပရိုပိန်းတို့ ဖြစ်ကြပါသည်။

3.2.1. Four-Stroke Gasoline Engine (ဖိုးစတုပ်ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်)

ကားသေးလေးတွေကို ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တပ်တာ များပါသည်။ ဓာတ်ဆီအင်ဂျင်တွင် ဆီနဲ့လေကို ရောနှောကာ အင်ဂျင်ထဲ ထည့်ပေးကာ စပတ်ပလပ်က မီးခတ်ပေးပြီး မီးလောင်ပေါက်ကွဲကာ ပါဝါရရှိပါသည်။ Combustion Chamber ဆိုသည်မှာ ပစ်စတင်ထိပ်နဲ့ ဆလင်ဒါဟတ်အကြားနေရာလေး ဖြစ်ပါသည်။ ပစ်စတင်ဆိုသည်မှာ ဆလင်ဒါထဲတွင် အထက်အောက်ရွေ့နေသောအရာ ဖြစ်ပါသည်။

ပစ်စတင်ကနေ Reciprocating Motion ရပြီး Rotary Motion ရအောင် ပြောင်းလဲပေးရပါမည်။ ထိုသို့ ပြောင်းလဲစေရန် Crankshaft ကို အသုံးပြုပါသည်။

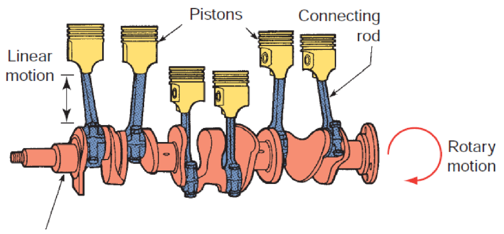


Figure (3-10) The linear (reciprocating) motion of the piston is converted to rotary motion by the crankshaft (အထက်အောက်ရွေ့နေသောအရွေ့ကနေ လည်ပတ်နေသောအရွေ့ကို ပြောင်းလဲရန် ကရိုင်းရှပ်ကို အသုံးပြုပါသည်)

ဆလင်ဒါတစ်လုံးတွင် အနည်းဆုံးဗားနှစ်လုံး ရှိပါသည်။ Inlet Valve အင်လက်ဗားကို ဆလင်ဒါထဲကို လေနဲ့ ဆီအရောအနှောကို ထည့်ပေးရန် အသုံးပြုပါသည်။ Exhaust Valve အိတ်ဇောဗားကို ဆလင်ဒါထဲက မီးလောင်ပြီးသော အကြွင်းအကျန်တွေကို ထုတ်ပြစ်ရန် အသုံးပြုပါသည်။

Figure (3-11) A cutaway of an engine showing the intake passengers (blue) and valve and exhaust passage (red) and valve (အပြာရောင်သည် အင်းလက်ဗားနဲ့ လေနဲ့ဆီအဝင်လမ်းဖြစ်ပြီး အနီရောင်သည် အိတ်ဇောဗားနဲ့ အိတ်ဇောငွေ့တွေ ထွက်သွားသောလမ်း ဖြစ်ပါသည်)

အင်းလက်ဗားနဲ့ အိတ်ဇောဗားတွေသည် ပုံမှန်အားဖြင့် စပရိန်အားကြောင့် အပိတ်အနေအထားမှာပဲ ရှိနေပါသည်။ ဗားများကိုအဖွင့်အပိတ်လုပ်ရန် ကမ်ရှပ် Camshaft ကနေ အလုပ်လုပ်ပါသည်။ ကမ်ရှပ်သည် ကရိုင်းရှပ်နဲ့ ချိတ်ဆက်ထားပြီး အချိန်ကိုက်အလုပ်လုပ်ရပါသည်။ Cam ဆိုတာ ကမ်ရှပ်ပေါ်တွင်ရှိသော လုကလေးရှိပါသည်။

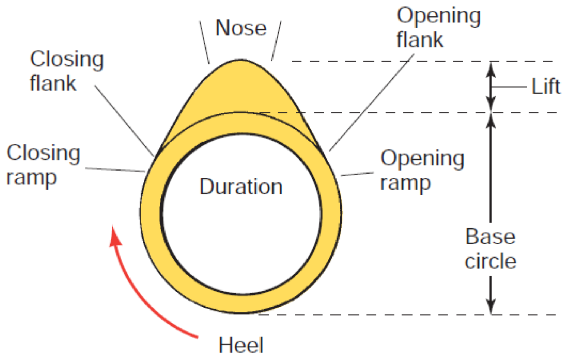


Figure (3-12) The height and width of a cam lobe determine when and fow how long a valve will be open. (ကမ်ရှပ်ပေါ်လုကလေးက စပရိန်အားကို ကျော်လွန်ပြီး တွန်းလိုက်ပါက ဗားပွင့်သွားပြီး လုကနေလွတ်သွားပါက စပရိန်အားကြောင့် ဗားပြန်ပိတ်သွားပါသည်။)

ဗားအဖွင့်အပိတ်လုပ်တာတွေ၊ စပတ်ပလပ်က မီးခတ်တာတွေ၊ ပစ်စတင်ရွေ့လျားမှုတွေသည် အားလုံးအချိန်ကိုက်ဖြစ်နေရပါမည်။

3.2.1.1. Four-Stroke Cycle

Stroke ဆိုတာ ဆလင်ဒါထဲမှာ အပေါ်ကနေအောက်အထိ (သို့) အောက်ကနေအပေါ်အထိသွားတဲ့အကွာအဝေးဖြစ်ပါသည်။ ကရိုင်းရှပ်ကလည်နေပြီး ပစ်စတင်က အပေါ်အောက်ရွေ့နေပါသည်။ ဖိုးစတုပ်ပြည့်ဖို့ ကရိုင်းရှပ်က နှစ်ပတ်လည်ရပါသည်။ တစ်ပတ်လည်ရင် ၃၆၀ဒီဂရီလည်ရတော့ နှစ်ပတ်ကို ၇၂၀ဒီဂရီလည်ရပါသည်။ စတုပ်တစ်ခုအတွက် ၁၈၀ဒီဂရီလည်ရပါသည်။

3.2.1.2. Flywheel

ဖိုးစတုပ်အင်ဂျင်မှာ စတုပ်တစ်ခုမှာပဲ ပါဝါရတာဆိုတော့ ကျန်စတုပ်သုံးခုအတွက် လည်နိုင်ရန် ပါဝါလိုပါသေးသည်။ အဲ့ဒီပါဝါကို ဖလိုင်းဝှီးလ်ထဲမှာ အင်နာဂျီသိုလောင်ထားရပါသည်။ ဖလိုင်းဝှီးလ်လည်သောကြောင့် ကျန်စတုပ်တွေ ဆက်အလုပ်လုပ်နိုင်ပါသည်။ Manual ဂီယာဗောက်နဲ့အလုပ်လုပ်တဲ့အင်ဂျင်တွေမှာ ဖလိုင်းဝှီးလ်သည်ကြီးတာကို အသုံးပြုရပြီး အော်တိုဂီယာဗောက်နဲ့အလုပ်လုပ်တဲ့အင်ဂျင်တွင် Flexplate နဲ့ Torque Convertor ကို အသုံးပြုပြီး တော့ကွန်ဗာတာထဲက အရည်တွေက ဖလိုင်းဝှီးလ်အဖြစ် အလုပ်လုပ်ပါသည်။

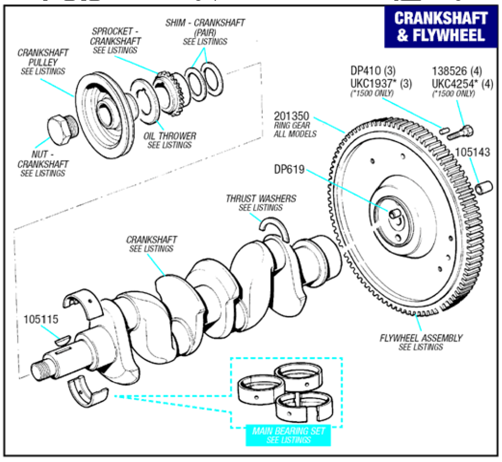


Figure (3-13) A typical flywheel

3.2.1.3. Intake Stroke

ပထမဆုံးစတုပ်သည် အင်းတိတ်စတုပ်ဖြစ်ပါသည်။ အင်းတိတ်စတုပ်တွင် ပစ်စတင်အပေါ် (top dead center) ကနေ အောက်ဖက်ကိုရွေ့နေပြီး အဲ့ဒီအချိန်မှာ အင်းလက်ဗားပွင့်နေပြီး လေနဲ့ဆီအရောအနှော ဝင်ရောက်လာပါသည်။ ပစ်စတင်အောက်ဖက်ရွေ့သွားသောကြောင့် ဆလင်ဒါထဲမှာ ဖိအားနည်းသွားပါသည်။ ပြင်ပလေထုက ဖိအားပိုများသောကြောင့် လေနဲ့ဆီအရောအနှောတွေ ဝင်ရောက်လာပါသည်။ တချို့အင်ဂျင်တွေမှာ တာဗိုချာဂျာ(turbocharger) (Supercharger) တွေတပ်ဆင်ထားပြီး အင်းတိတ်စတုပ်တွင် ဆလင်ဒါထဲ ဝင်ရောက်မှုမြန်စေပြီး အင်ဂျင်ပါဝါပိုကောင်းစေပါသည်။ အင်းတိတ်ဗားပိတ်တဲ့အထိ လေနဲ့ဆီအရောအနှော (air-fuel mixture) တွေ ဝင်ရောက်နေပါသည်။ ပစ်စတင် (bottom dead center) ရောက်တဲ့အခါ အင်းလက်ဗားပိတ်သွားပါသည်။

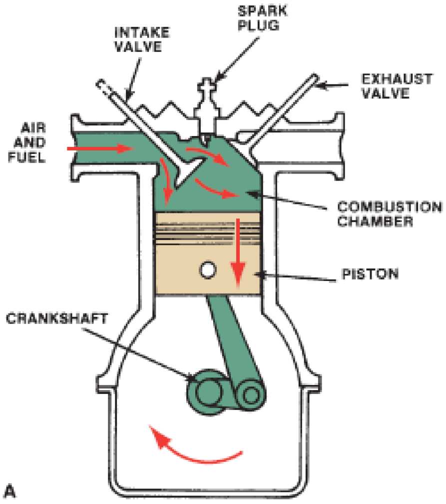


Figure (3-14) Intake Stroke

3.2.1.4. Compression Stroke

ကွန်ပရက်ရှင်းစတုပ်သည် ပစ်စတင် (bottom dead center) ကနေ အပေါ်ဖက်ကိုစတင်ရွေ့ကတည်းက စတင်ပါပြီ။ အင်းတိတ်ဗားသည် ပိတ်နေပြီဖြစ်ပြီး ဆလင်ဒါထဲမှာ ပိတ်မိနေပြီဖြစ်တဲ့ လေနဲ့ဆီအရောအနှော (air-fuel mixture) ကို ပစ်စတင်ကအထက်ဖက်ရွေ့ကာ ဖိသိပ်သွားပါသည်။ ဖိလိုက်သောကြောင့် ဖိအားများကာ အပူချိန်လည်းမြင့်တက်လာပါသည်။ ပစ်စတင် (top dead center) ပြန်ရောက်သောအခါ မီးလောင်ပေါက်ကွဲဖို့ အဆင်သင့်ဖြစ်နေပါပြီ။

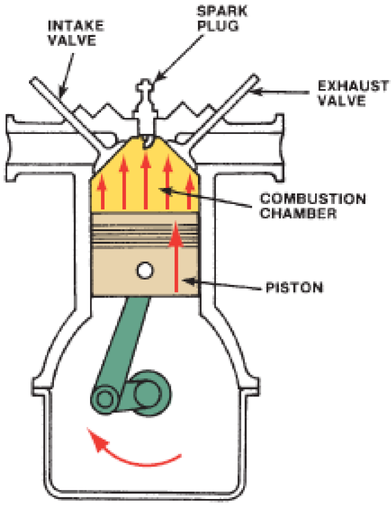


Figure (3-15) Compression Stroke

3.2.1.5. Power Stroke

ပါဝါစတုပ်သည် စပတ်ပလပ်က မီးခတ်ပြီး မီးလောင်ပေါက်ကွဲကာ စတင်လိုက်ပါသည်။ ပြင်းထန်သောအားကို ပစ်စတင်ပေါ်သက်ရောက်ပြီး ပစ်စတင်အောက်ဖက်ကို ရွေ့သွားပြီး ပါဝါရရှိပါသည်။

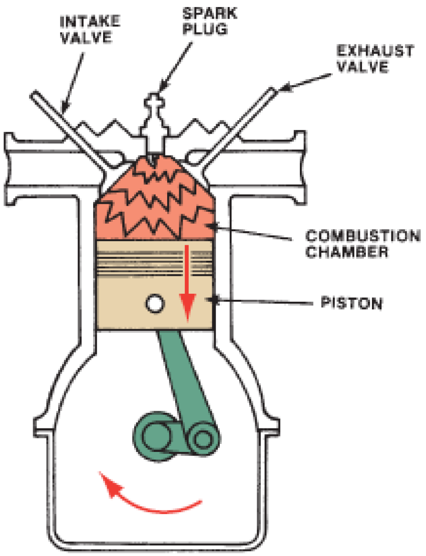


Figure (3-16) Power Stroke

3.2.1.6. Exhaust Stroke

ပစ်စတင်သည် (bottom dead center) ရောက်တာနဲ့ အိတ်ဇောစတုပ်စတင်ပါပြီ။ ဆလင်ဒါထဲတွင် မီးလောင်ပေါက်ကွဲတာကြောင့် မီးခိုးတွေ ကျန်နေခဲ့ပါသည်။ အဲ့ဒီမီးခိုးတွေကို ပစ်စတင်ကနေတွန်းထုတ်ပေးပြီး အိတ်ဇောဗားသည်ပွင့်နေကာ အပြင်ဖက်ကို အိတ်ဇောမီနီဖိုးကနေထွက်သွားပါသည်။ ဒီမှာပဲ ဖိုးစတုပ်ပြည့်ကာ ပါဝါတစ်ကြိမ် ရရှိလိုက်ပါသည်။

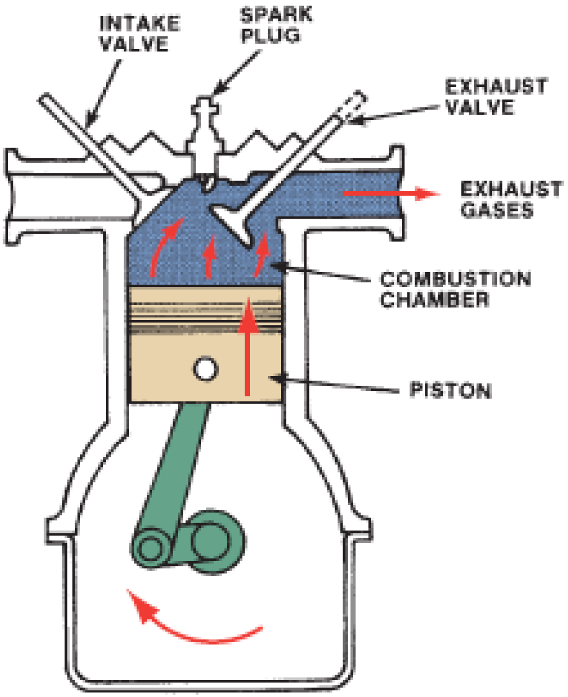


Figure (3-17) Exhaust Stroke

3.2.1.7. Firing Order (ဆလင်ဒါထဲမှာ မီးလောင်ပေါက်ကွဲသည့် အစီအစဉ်)

ဘယ်ဆလင်ဒါပြီးရင် ဘယ်ဆလင်ဒါက မီးလောင်ပေါက်ကွဲရမယ်ဆိုတာကို အင်ဂျင်ထုတ်လုပ်သူတွေက စဉ်းစားထုတ်လုပ်ထားခြင်း ဖြစ်ပါသည်။ ဥပမာ ဆလင်ဒါလေးလုံးထိုးအင်ဂျင်တွင် Firing Order 1-3-4-2 ထုတ်ထားပါက ဆလင်ဒါနံပါတ် (၁) မီးလောင်ပေါက်ကွဲပြီးပါက ဆလင်ဒါနံပါတ် (၃) မီးလောင်ပေါက်ကွဲပါမည်။ အခြားဆလင်ဒါတွေကလည်း မီးလောင်ပေါက်ကွဲတဲ့ ပါဝါစတုပ်မဟုတ်ပေမဲ့ အခြားစတုပ်တခုခုတော့ ဖြစ်နေပါသည်။

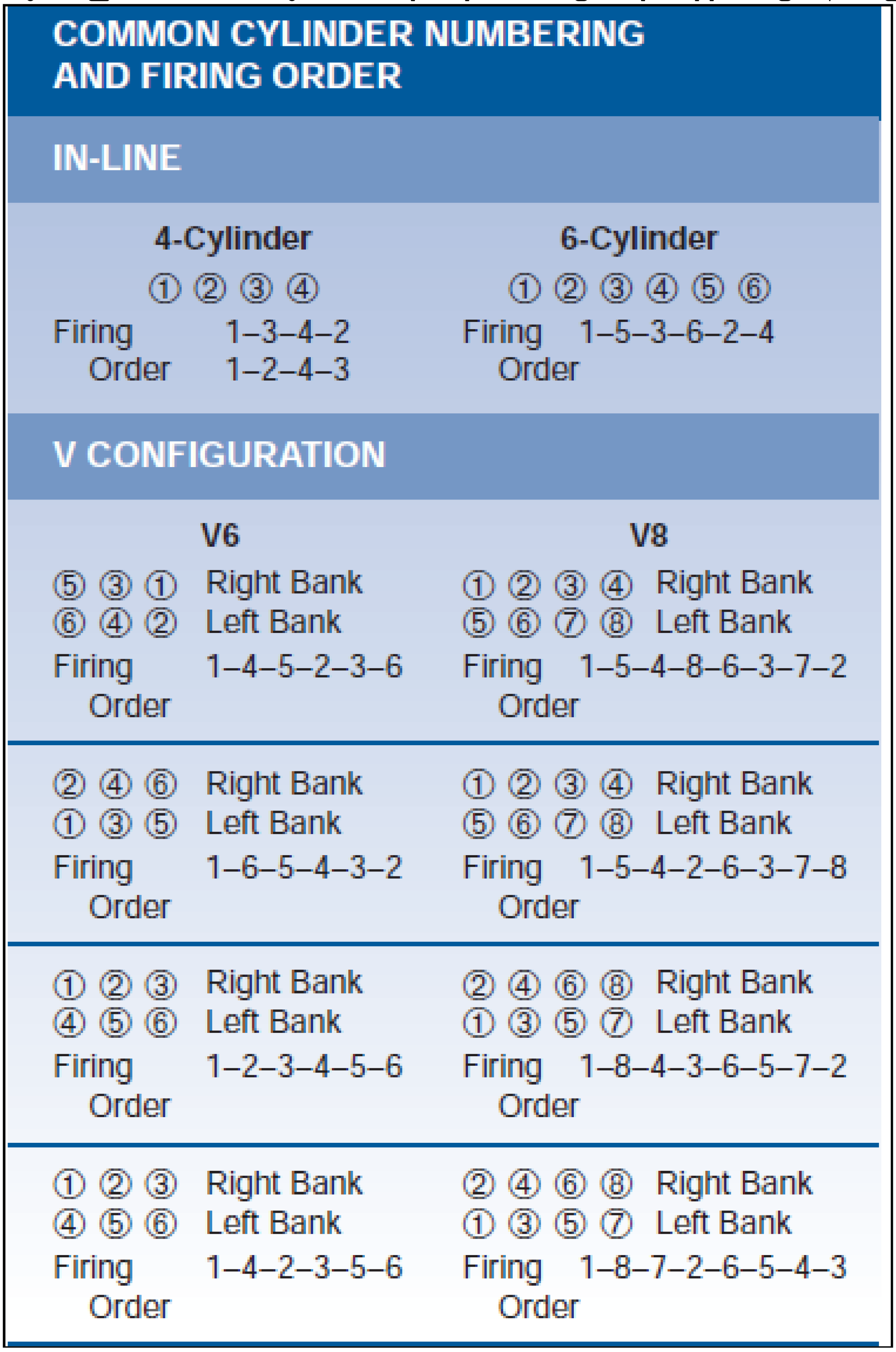


Figure (3-18) Examples of cylinder numbering and firing orders

3.2.1.8. Two-Stroke Gasoline Engine

Two-Stroke Gasoline Engine ကို ကားအင်ဂျင်တွေမှာ မသုံးသလောက်ဖြစ်နေပါပြီ။ ကရိုင်းရှပ်တစ်ပတ်လည်ရင် ပါဝါတကြိမ် ရပါသည်။

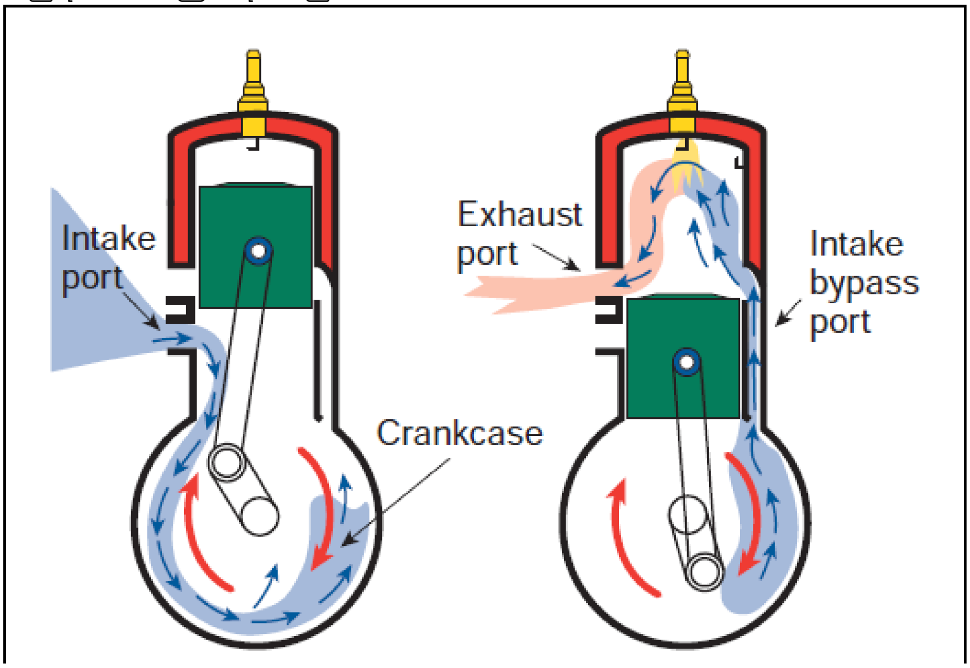


Figure (3-19) A two-stroke cycle

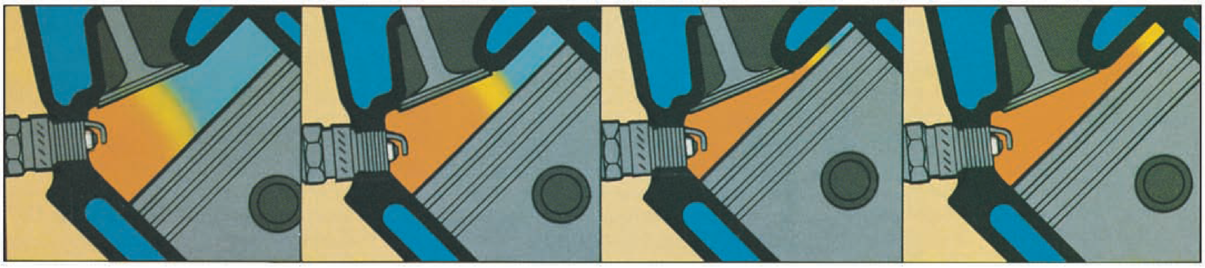
3.2.1.9. Engine Rotation

အင်ဂျင်တွေအားလုံးနီးသည် နာရီလက်တံနဲ့ပြောင်းပြန် CounterClosewise လည်အောင် တည်ဆောက်ထားပါသည်။ ကြည့်တဲ့ဘက်ကွာသွားပါက လည်ပတ်ပုံကွာသွားနိုင်သဖြင့် flywheel ကို အင်ဂျင်ဖက်ကမကြည့်ပဲ အပြင်ဖက် ကြည့်ပါက အင်ဂျင်သည် CounterClosewise လည်ကြောင်း သိနိုင်ပါသည်။

3.2.1.10. Combustion (မီးလောင်ကျွမ်းခြင်း)

အင်ဂျင်တွေမှာ မီးလောင်ပေါက်ကွဲခြင်းစနစ်မကောင်းခြင်းမှာ အကြောင်းအမျိုးမျိုးကြောင့် ဖြစ်နိုင်သော်လည်း Ignition System မီးခတ်ပေးတဲ့စနစ်ကြောင့် အဖြစ်များပါသည်။ မီးလောင်ပေါက်ကွဲခြင်းမဖြစ်ပါက အင်ဂျင်လည်ပတ်မှာ မဟုတ်တော့ပါဘူး။ ဆလင်ဒါတွေအားလုံးထဲက တစ်လုံးနှစ်လုံး မီးလောင်ပေါက်ကွဲခြင်းမဖြစ်ပါက အင်ဂျင်လည်ပေမဲ့ အားကောင်းမှာ မဟုတ်ပါဘူး။ နောက်ထပ်ဖြစ်နိုင်တာက လေနဲ့ဆီရောနှောတာ မကောင်းတာနဲ့ အိတ်ဇောငွေ့တွေကြောင့် ဖြစ်နိုင်ပါသည်။

ပုံမှန်ကောင်းမွန်တဲ့ မီးလောင်ပေါက်ကွဲခြင်းစနစ်ကတော့ စပတ်ပလပ်က မီးခတ်ပေးမယ်၊ ဖိသိပ်ထားတဲ့ လေနဲ့ဆီအရောအနှောကို မီးလောင်မယ်၊ အချိန်နဲ့ တပြေးညီဆက်လက်လောင်ကျွမ်းသွားပြီး Combustion ပြီးအောင် လုပ်ဆောင်သွားပါသည်။



1. Spark occurs 2. Combustion begins 3. Continues rapidly 4. And is completed

Figure (3-20) Normal combustion.

3.2.1.11. Engine Configurations (အင်ဂျင်တွင်ပါရှိသော ဆလင်ဒါအစီအစဉ်)

အင်ဂျင်များတွင် ဆလင်ဒါတွေကို Inline, V-type, slant, opposed တွေ ရှိပေမဲ့ အင်လိုင်းနဲ့ ဗွီပုံစံတွေကို အများဆုံး တည်ဆောက်ကြပါသည်။

(I) Inline Engine

အင်လိုင်းပုံစံသည် ဆလင်ဒါများကို တလိုင်းထဲမှာပဲ အစီအရီတည်ဆောက်ထားကာ ဆလင်ဒါအားလုံးအတွက် ကရိုင်းရှပ်တစ်ချောင်း၊ ဆလင်ဒါဟတ်တစ်ခုရှိပါသည်။ ဆလင်ဒါအားလုံးကို ဆလင်ဒါဘလောက်တစ်ခုတည်းမှာပဲ အတူတွဲပြီး တည်ဆောက်ကာ upright position ရှိနေပါသည်။

အင်လိုင်းပုံစံအင်ဂျင်တွေမှာ အားသာချက် အားနည်းချက်တွေ ရှိပါသည်။ အားသာချက်က ဆလင်ဒါတွေအစီအရီတည်ဆောက်ထားသောကြောင့် ထုတ်လုပ်ခြင်း၊ ပြုပြင်ခြင်းတွေ လုပ်ရတာ လွယ်ကူပါသည်။ အားနည်းချက်ကတော့ အင်ဂျင်ရဲ့အမြင့်ကြောင့် ကားကိုလည်း အမြင့်တည်ဆောက်ရသောကြောင့် Aerodynamic လေအားကို တွန်းပြီး သွားရသောအား ပိုကုန်ပါသည်။ အင်ဂျင်နိမ့်ပါက လေကို တွန်းသွားရသောအား နည်းပေးလို့ရပါသည်။

Figure (3-21) The cylinder block for an inline engine.

(II) V-type Engine

ဗွီတိုက်အင်ဂျင်ကတော့ ဆလင်ဒါတွေကို V ပုံ တည်ဆောက်ထားပြီး ၆၀ ဒီဂရီကနေ ၉၀ ဒီဂရီအထိ တည်ဆောက်ကာ ကရိုင်းရှပ်တစ်ချောင်း၊ ဆလင်ဒါဟတ်နှစ်ခုရှိပါသည်။ ဆလင်ဒါတွေကို နှစ်တန်းတည်ဆောက်ထားခြင်းဖြစ်ပါသည်။ ဆလင်ဒါရဲ့အမြင့်ကို စောင်းပြီး တည်ဆောက်ထားတဲ့အတွက် အင်ဂျင်ရဲ့အမြင့်ကို နိမ့်ပြီး တည်ဆောက်နိုင်သောကြောင့် Aerodynamic လေအားကို တွန်းပြီး သွားရသောအား ပိုနည်းပါသည်။

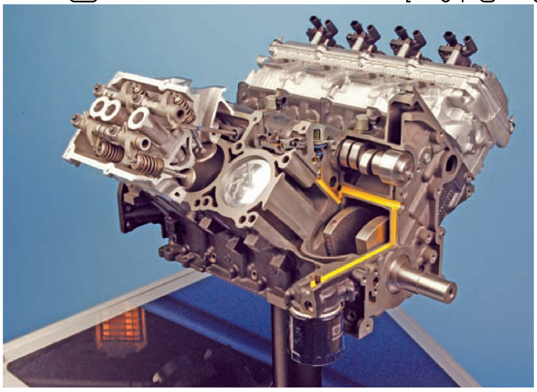


Figure (3-22) A V-type engine.

(III) Opposed Cylinder Engine

ဒီအင်ဂျင်ကတော့ ဆလင်ဒါတွေကို မျက်နှာချင်းဆိုင်တည်ဆောက်ထားပြီး ၁၈၀ ဒီဂရီတည်ဆောက်ကာ ကရိုင်းရှပ်တစ်ချောင်း၊ ဆလင်ဒါဟတ်နှစ်ခုရှိပါသည်။

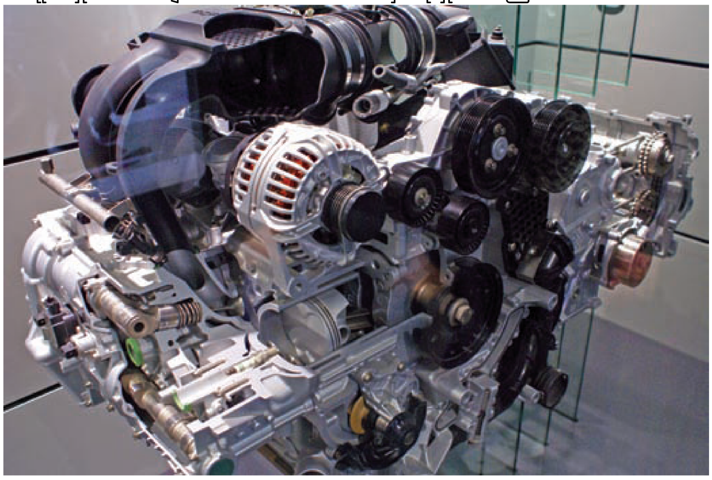


Figure (3-23) A horizontal opppsed cylinder engine, commonly called a boxer engine