~~[illegible] cylinder [illegible]~~
~~[illegible] cylinder [illegible]~~
~~guide [illegible]~~
~~connecting rod crankshaft [illegible] piston rod [illegible]~~
~~[illegible] connecting rod~~
~~[illegible] crank bearing [illegible] connecting rod~~
~~bearing [illegible] bearing [illegible] crank pin~~
~~[illegible]~~
~~[illegible] main bearing [illegible]~~
~~[illegible]~~
~~[illegible] crankshaft [illegible]~~
~~[illegible] bearing [illegible] crankshaft~~
~~[illegible]~~
~~Eccentric sheave~~

~~Crank Shaft [illegible] valve chest [illegible]~~
~~[illegible] eccentric sheave [illegible] crankshaft [illegible]~~
~~[illegible] crank [illegible]~~
~~[illegible] bearing [illegible]~~
~~[illegible] eccentric strap [illegible] strap [illegible]~~
~~[illegible] eccentric rod [illegible]~~

[illegible] eccentric [illegible] rod [illegible] (ros) head pin [illegible]

× [illegible]

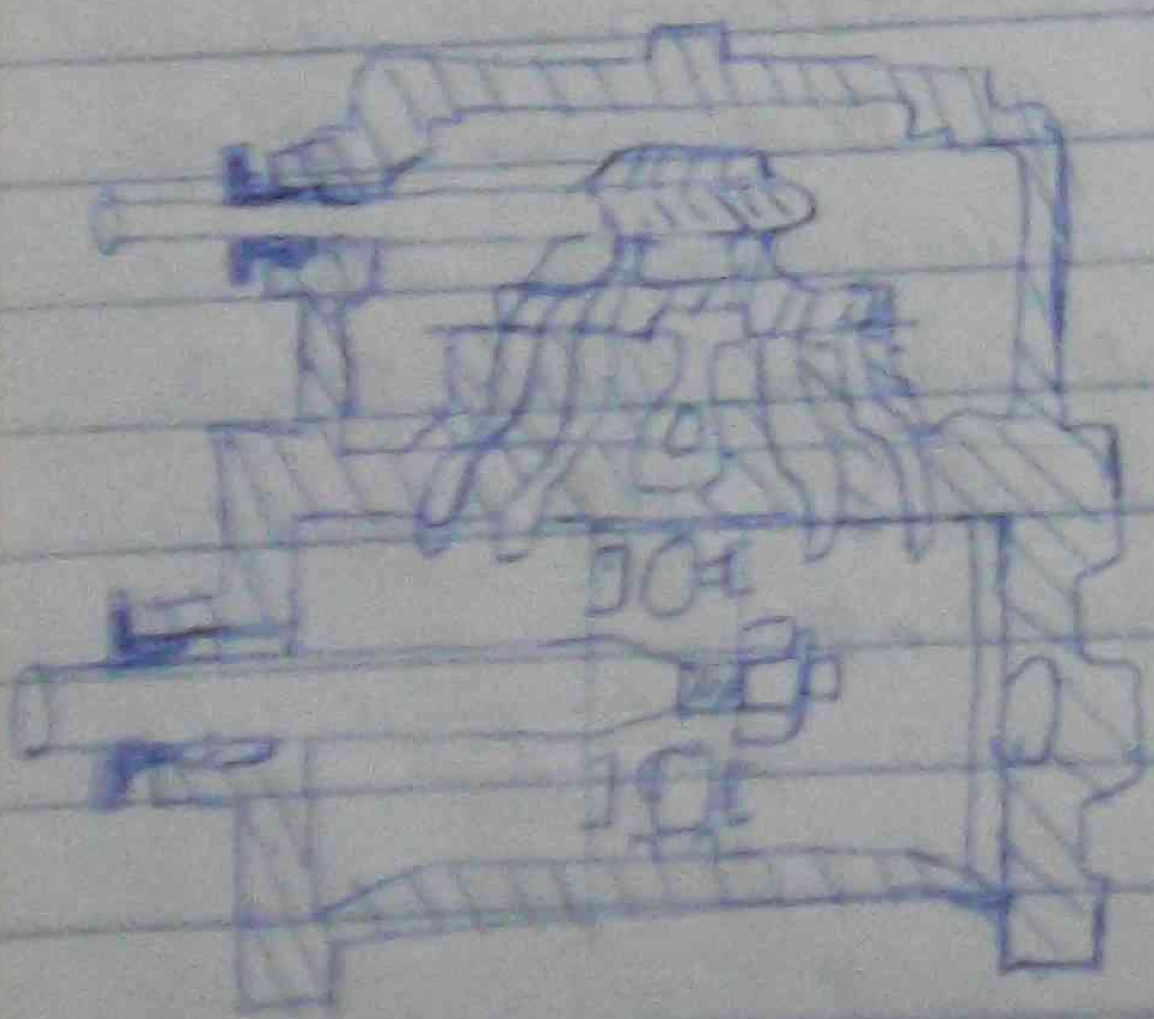
[illegible] pin [illegible] rod [illegible] rod [illegible] guide
bushes [illegible] chest [illegible]
valve chest ([illegible]) [illegible] piston rod
[illegible] gland bushes stauffing box neck bush
[illegible] rod [illegible]
slide [illegible] piston [illegible]
[illegible] nut, split pin [illegible] chest cover
[illegible] piston [illegible]
[illegible] steam [illegible] steam
[illegible] exhaust [illegible] exhaust [illegible]
[illegible] piston [illegible]
[illegible] piston [illegible] piston [illegible]
[illegible]

(၃၃) [illegible] (valvesetting)

[illegible]

steam valve [illegible]

1. simple slide valve [illegible] slide valve
2. [illegible] ported slide valve
3. Trick valve
4. Andrews & Cameron slide valve
5. piston valve (inside)
6. piston valve outside



duplex pump, piston and valve

[illegible]

(1) simple slide valve [illegible]

Slide valve [illegible] valve [illegible] (valve chest) [illegible] piston [illegible] piston TDC [illegible] (Top dead centre) [illegible]

piston [illegible] (crank [illegible]) slide valve [illegible] [illegible] valve [illegible] Top lead [illegible]

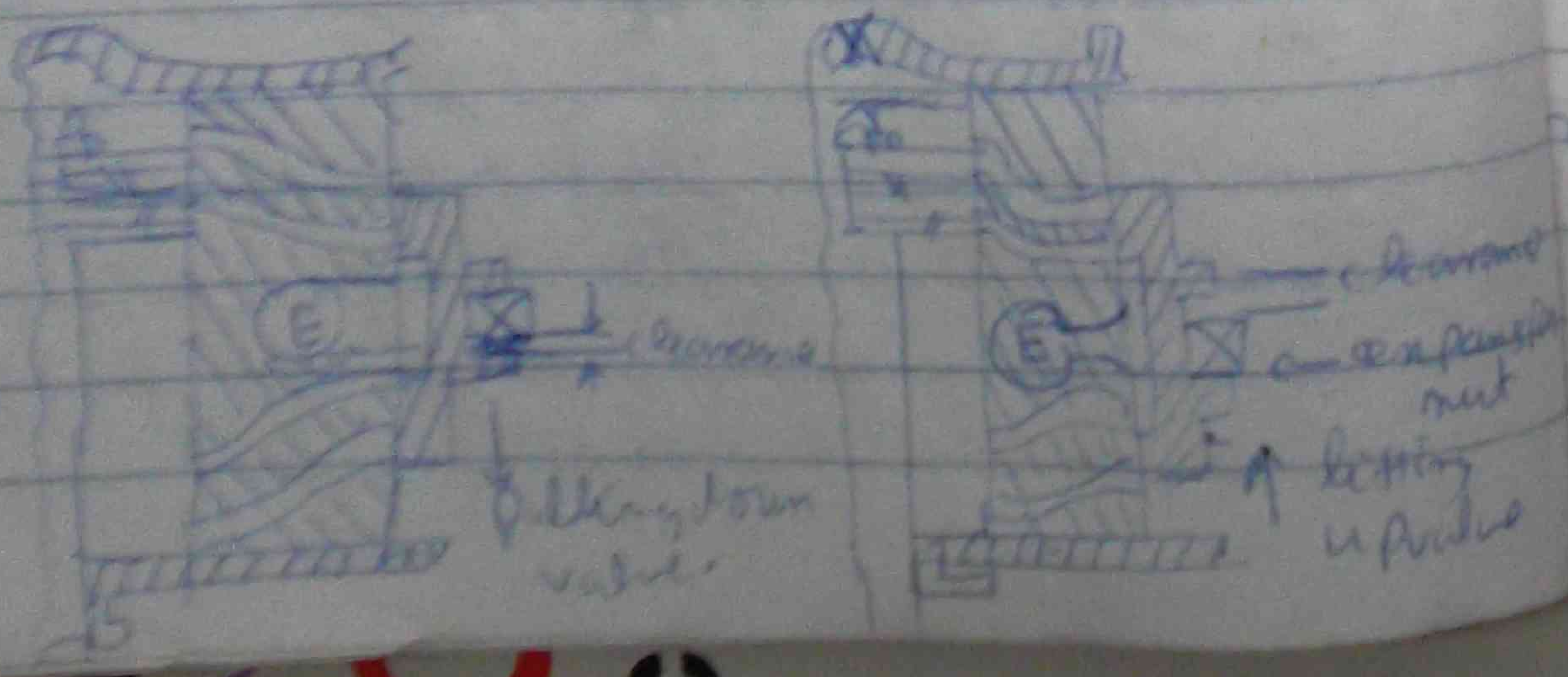
[illegible] Reversing lever [illegible] Ahead top reversing gear [illegible] lead [illegible] reversing gear [illegible] astern [illegible] astern top lead [illegible]

[illegible] Bottom Dead Centre [illegible] crank [illegible] valve chest [illegible] slide valve [illegible] ahead [illegible] astern [illegible]

[illegible] top lead [illegible] bottom lead [illegible]
[illegible] lead [illegible] astern [illegible]
[illegible] lead [illegible]
[illegible] lead eccentric rod [illegible] liner [illegible]
[illegible] astern eccentric [illegible]
[illegible] astern [illegible] lead [illegible]
[illegible]

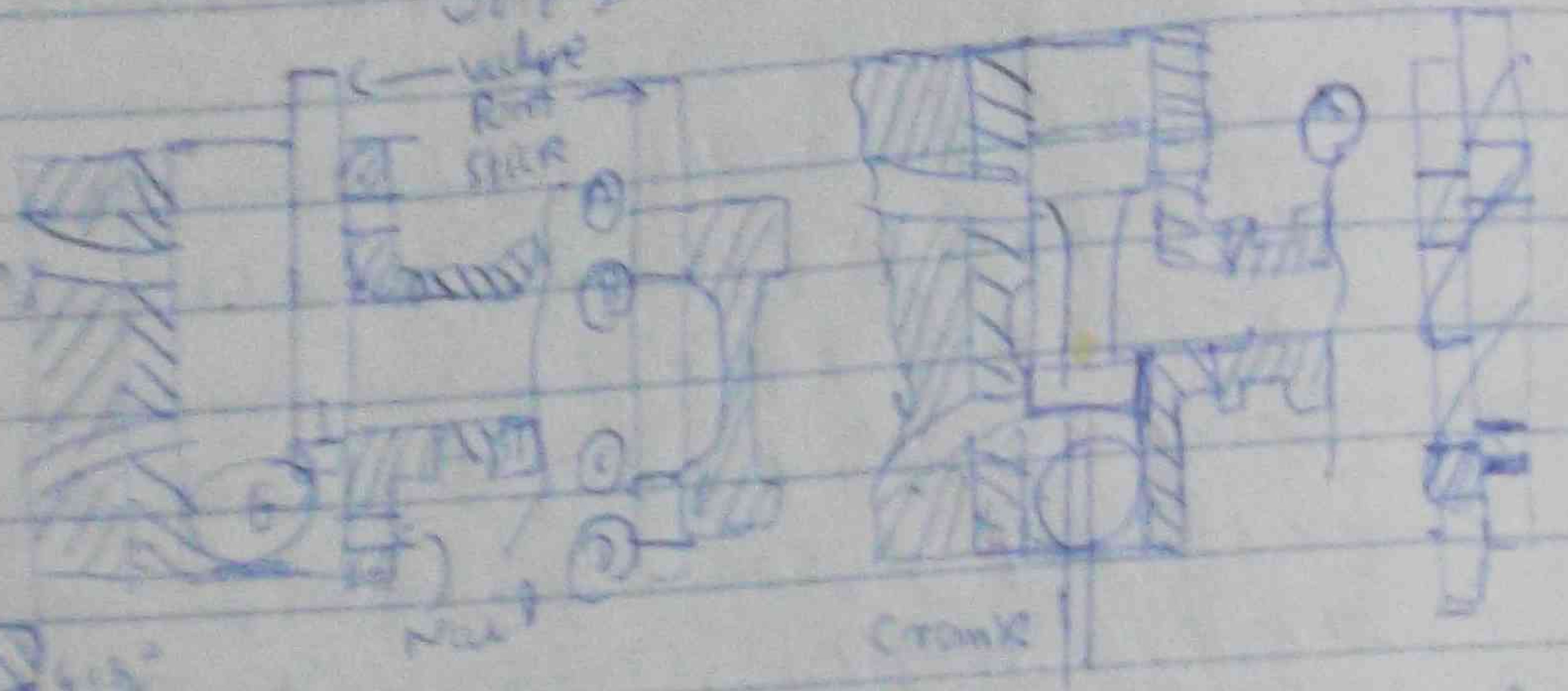
[illegible] lead [illegible] piston [illegible]
[illegible] piston rod [illegible]
[illegible] bottom
lead [illegible]
[illegible]

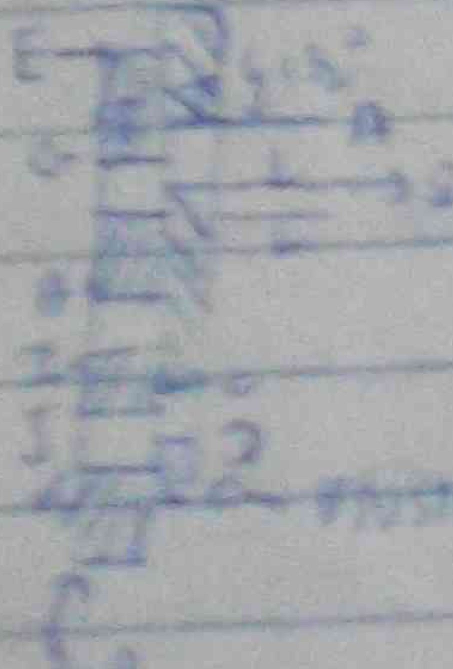
(2) slide valve (duplex pump) [illegible]



Boiler [illegible]
[illegible]
piston rod [illegible]
[illegible] piston rod [illegible] valve rod
[illegible] link [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] nut [illegible]
[illegible] $\frac{1}{16}$ [illegible]
[illegible] valve rod [illegible]
[illegible] valve [illegible] nut [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] nut [illegible]
[illegible] valve rod [illegible]
rod [illegible] nut [illegible]

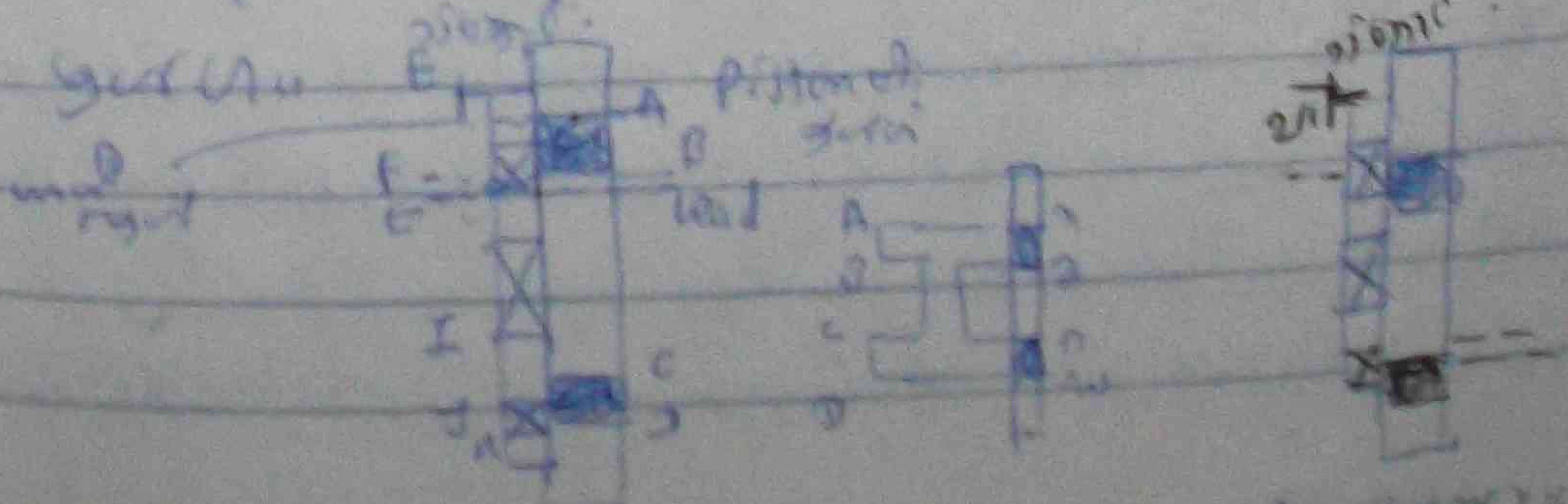
(3) Piston valve [illegible]





[illegible]

[illegible]



[illegible]

[illegible]

[illegible] Piston [illegible]

[illegible]

[illegible] Piston [illegible] chest [illegible]

[illegible] Piston [illegible]

[illegible] Piston [illegible]

[illegible] 1¼" [illegible]

[illegible] chest stick [illegible]

[illegible] 1¼" [illegible]

[illegible] stick [illegible]

[illegible] 1¼" [illegible]

[illegible]

[illegible] Top leader [illegible]

Piston [illegible]

[illegible] leader [illegible]

[illegible]

[illegible] Bottom leader [illegible]

[illegible]

[illegible] piston [illegible]
[illegible] piston [illegible]
[illegible]
[illegible]

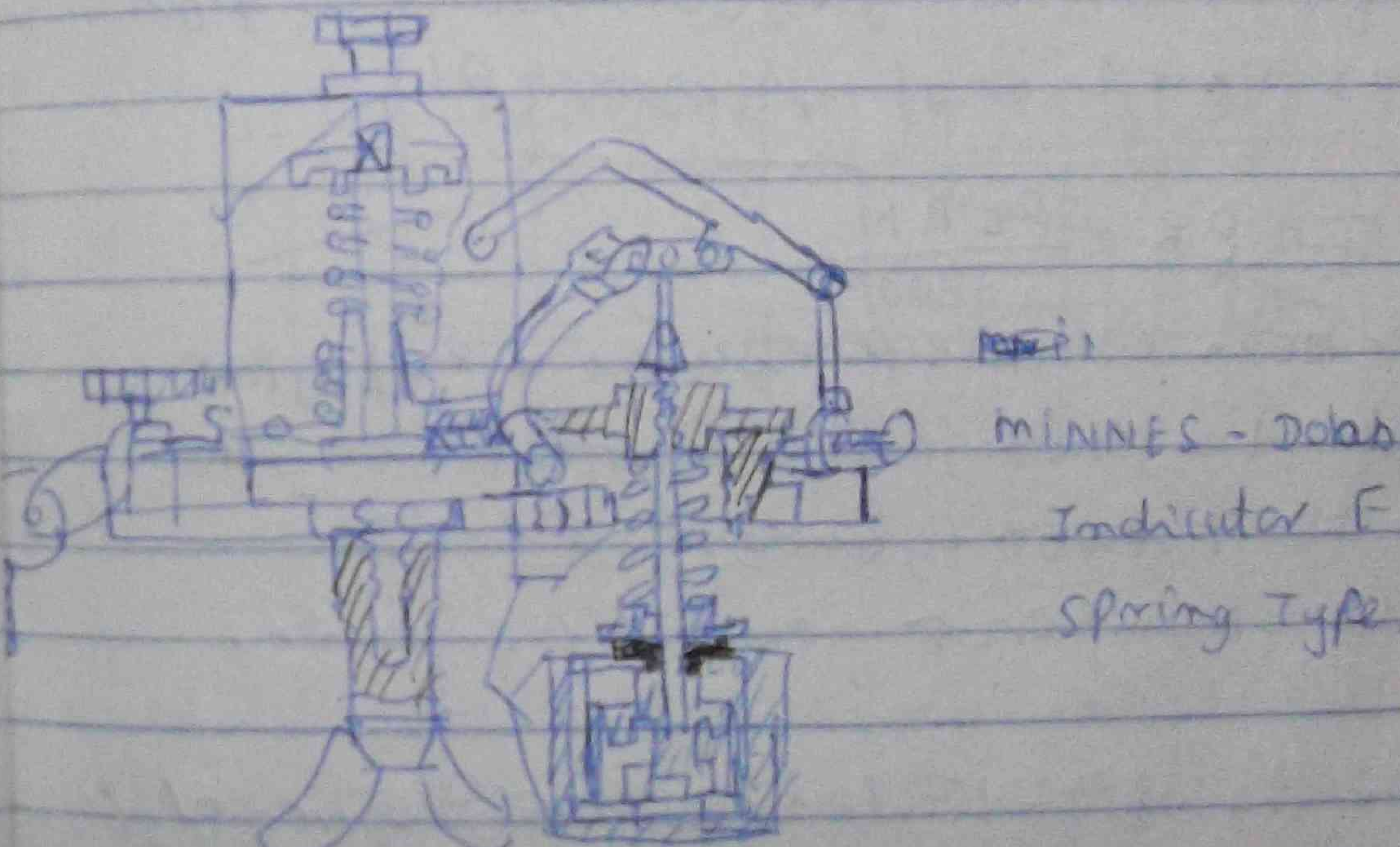
[illegible] Top lead [illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible]
[illegible] Bottom lead [illegible]

A head lead [illegible] Astern lead [illegible]
[illegible] slide [illegible] reversing gear [illegible]
[illegible]

[illegible] Bottom lead [illegible]
[illegible] (Vertical Engine)
[illegible] Horizontal Engine [illegible]
[illegible] lead [illegible]

([illegible]) Horse power

1. BHP (Brake Horse Power)
2. IHP (Indicated Horse Power)
3. SHP (Shaft Horse Power)
4. NHP (Nominal Horse Power)



I.H.P [illegible] cylinder [illegible]
[illegible] Diesel [illegible] steam [illegible]
[illegible]

BHP [illegible] Flywheel [illegible] Brake [illegible]
[illegible]
[illegible] Diesel [illegible]

SHP [illegible]

[illegible]

IHP – [illegible]

$$I.H.P = \frac{PLAN}{33000}$$

P = mean effective pressure in lb/sq in

L = Length of stroke in feet

A = Area of cylinder in sq in

N = Number of revolutions /min.

[illegible] Indicator card [illegible]

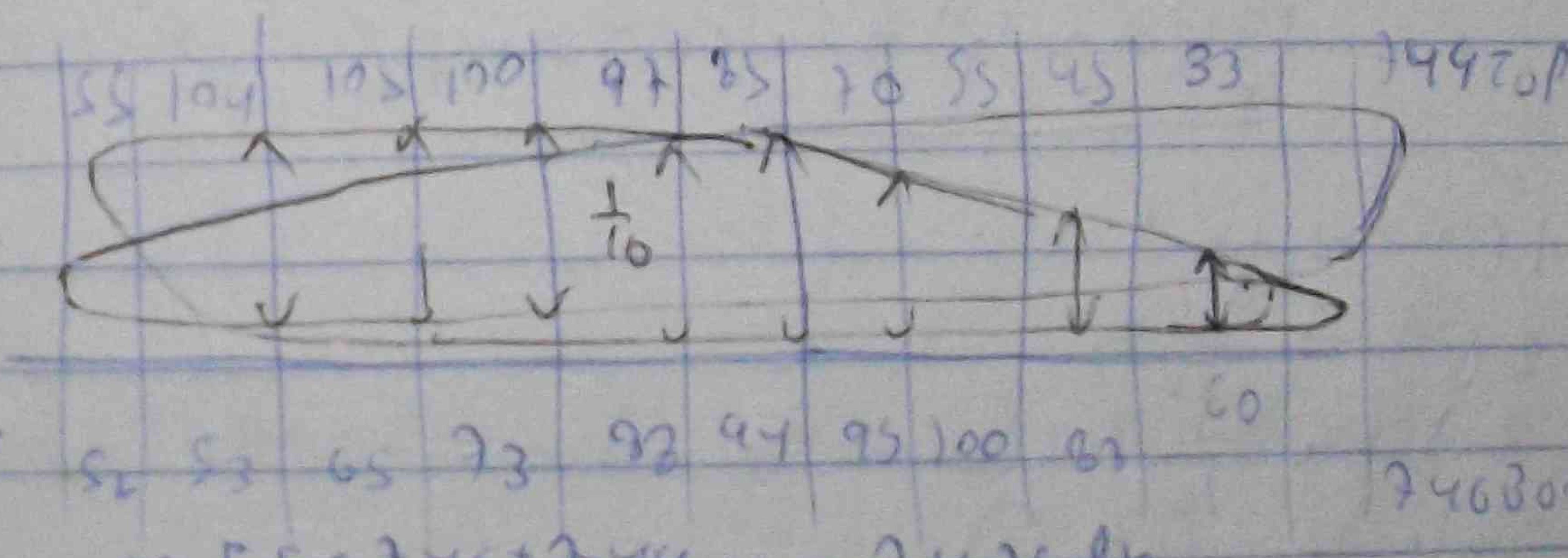
Indicator card [illegible] cylinder [illegible]

[illegible] 1 lb/sq in [illegible] Indicator [illegible]

[illegible]

[illegible] Top [illegible] Top, bottom [illegible]

[illegible]



$$mEP = \frac{746+744}{20} = 74.75\ lb$$

[illegible] piston [illegible] piston [illegible]

L [illegible] guide shoe [illegible]

A [illegible]

[illegible] Indicator card [illegible]
[illegible] revolution counter [illegible]
[illegible]
[illegible] 1, 2, 3, 4 [illegible]
[illegible]

(၃၅) [illegible]

1 ရွေး → $\frac{1}{64}$"
2 ရွေး → $\frac{1}{32}$"
3 ပဲ – $\frac{1}{16}$"
1 မူး – $\frac{1}{8}$"
1 မတ် – $\frac{1}{4}$"

၄ မူး → $\frac{4}{8}$" ၅ မူး → $\frac{5}{8}$" [illegible] $\frac{7}{8}$"
၁ ပဲ $\frac{1}{16}$" ၂ ပဲ – $\frac{1}{8}$"
၃ ပဲ – $\frac{3}{16}$" ၅ ပဲ – $\frac{5}{16}$"
[illegible] → $\frac{9}{16}$" ($\frac{4}{8}$" + $\frac{1}{16}$ = $\frac{9}{16}$")
[illegible] – $\frac{11}{16}$" ($\frac{10}{16}$ + $\frac{1}{16}$)
[illegible] $\frac{13}{16}$" → ($\frac{3}{4}$" + $\frac{1}{16}$")

၃ ပဲ ၂ ရွေး = $\frac{7}{32}$" (

အတိုင်း	မတ်	မူး	ပဲ	ရွေး	[illegible]
1 ရွေး	–	–	–	1	$\frac{1}{64}$"
2 ရွေး	–	–	–	2	$\frac{1}{32}$"
3 ပဲ	–	–	1	4	$\frac{1}{16}$"
1 မူး	–	1	2	8	$\frac{1}{8}$"
1 မတ်	1	2	4	16	$\frac{1}{4}$"

[illegible] – ① micrometer
② vernier caliper
(Quadri)

[illegible] 4-5-86

Cadet Ngaw Naung E (7)

36/-

KN (98)

Marine Diesel Engines (I)

(M.D.I.C Course)

80

Volume (1) ❛ Marine Diesel Engines

[illegible]

Engine Series

Reference - marine Diesel Engines
By CC Pounder.

Contents

1. Present General situation of each type
2. Diesel Engines (principle, Advantage, defect,
3. comparison of principal characteristics (4 cycle, 2 cycle)
4. Types of Diesel Engines (single acting, double acting, Trunk, water cooling, High medium, low speed) vertical, Horizontal, selection of Type))
5. Air Injection
6. crosshead.
7. High speed Engine with reversing, reduction gears.
8. Engine beds and main bearing.
9. moving parts of Diesel Engines
10. Fuel pumps
11. Fuel Injection valves
12. Governors
13. Fuel Filters.
14. Suction valve, exhaust valve, starting valve, air valve.
15. cam, cam shaft, rocker arms and others.
16. Lubricating equipments.
17. cooling equipments.
18. scavenging equipments.
19. self reversing equipments.
20. water separator
21. piston cooling oil flow
22. cooling system.
23. charging air arrangement
24. starting control, control
25. supercharging
26. Diagrams

① Present general situation of each type

ⓐ Internal combustion Engines

Piston type, those are divided into ⓐ 3 groups according to different state of igniting fuel namely ① electric spark igition Engines (gasoline Engine), hot bulb engines (semi diesel Engines) and diesel Engines

Electric spark, hot bulb → small Engines, manufacture, operation easy.

Diesel Engines → wide range from small to large Engines. excellent and Economical Engines.

The thermal efficiency of diesel Engines is higher than that of any other Engines as shown in table 2.2.2 and this excellent property covers such as complex construction. there fore the diesel Engines come the the main force of marine Engines at present.

ⓑ Steam turbines

Steam turbines are steam rotor Engines of which the source of steam is boilers

High speed rotation is easy, exellent as large power output engines.

These are used frequently as main Engines of large power output for super large oil tankers, high speed container ships.

ⓒ Steam reciprocating Engines

In the past, steam reciprocating Engines were used most widely as marine main Engines, but high speed rotation is difficult because of steam piston Engines. and they are not suitable for making them small size and light weight and for the use of superheated high temperature high pressure steam, accordingly they rarely used at present.

ⓓ gas turbines

gas rotor engines, high speed rotation, large power output, but it is hard eteristics as large power output engines, but it is hard to raise working gas temperature in relation to heat resisting materials and others, ther-mal efficiency is low. they are not yet generalized as marine main Engines, and the extent of their use is only for part of ships such as super high speed ship and special ships.

ⓔ Electric Propulsion Engines

In these engines. The power for shafting is given by electric motors, but the prime movers for power generation are diesel Engines, steam turbines gas turbines. ✕ They are complexity, not economy. used only on special ships.

(1) Nuclear Propulsion Engines

Instead of using pressurized water type reactors as practiced at present, the main engines in these engines are steam turbines of which the source of steam is the reactors, and they have excellent characteristics as special engines with large power output which do not require fuel replenishment over term. However, they are still in research stage as the main engines for general ships except special cases such as war ships.

(?) others

There are special engines such as jet propulsion engines and others, but at present, the examples of their practical use are few (items to which attention is paid)

Power transmission installations, which are closely related structurally and functionally with main engines are treated as part of the main engines here.

(2) Diesel Engines

(a) General description

The engines are able to collect many men of ability to the study on their improvement. In particular in the ships, fuel cost for main engines amount to the major part of operational expenses, therefore much more efforts were exerted for the research of the engines than other industrial groups and it results in the attainment of marine diesel engines of today.

(b) principle of diesel Engines

Diesel Engines are fixed to ship hulls, being supported with engine frames and engine beds. Fresh air is sucked into the cylinders, surrounded by fixed cylinder and cylinder covers and moving pistons, and the air is adiabatically compressed by the action of pistons to the pressure of 30kg/cm² or higher and temperature is raised to about 550°C. Fuel is injected in the air so as to be mist, and spontaneous ignition, explosion and combustion and expansion are caused. The force thus acting on piston surface

is transmitted to crankshaft through connecting rods. and is converted to rotation force. The diesel engines are piston engines obtaining power by repeating this working cycle.

Among internal combustion engines with inherently high thermal efficiency, diesel engines raised the thermal efficiency further by adopting the spontaneous ignition method owing to the high pressure adiabatic compression described ~~to the high press~~ before, and enabled to use low grade heavy oil, and it can be said that these improvements are the most important cases of the conspicuous development achieved today by the engines.

Now, the state of ignition fuel is compared as follows among gasoline engines, hot bulb engines and diesel engines.

Comparison of ignition method among 3 types of IC Engines

	Gasoline Engines	Hot bulb Engine	Diesel engine
Air suction	Suck gas mixture	Suck air only	suck air only
Compression pression kg/cm²	6 → 7	10 → 15	30 → 35
Igniting method	with electric spark	with hot bulbs	by spontaneous ignition.

Ⓒ Advantages and defects of diesel engines

As the excellent characteristics of diesel engines, high thermal efficiency was already described before but here, the general advantages and defects of the engines are summarized as follows.

Advantages (i) thermal efficiency is high (see table) and fuel consumption is small, according by fuel cost is low and small fuel tanks will do.

(ii) starting is rapid, This property is ~~described~~ desirable very much as marine main Engines.

(iii) In load variation, the increment of fuel ~~consup~~ consumption per horse power is small.

(iv) Smoke is scarcely emitted.

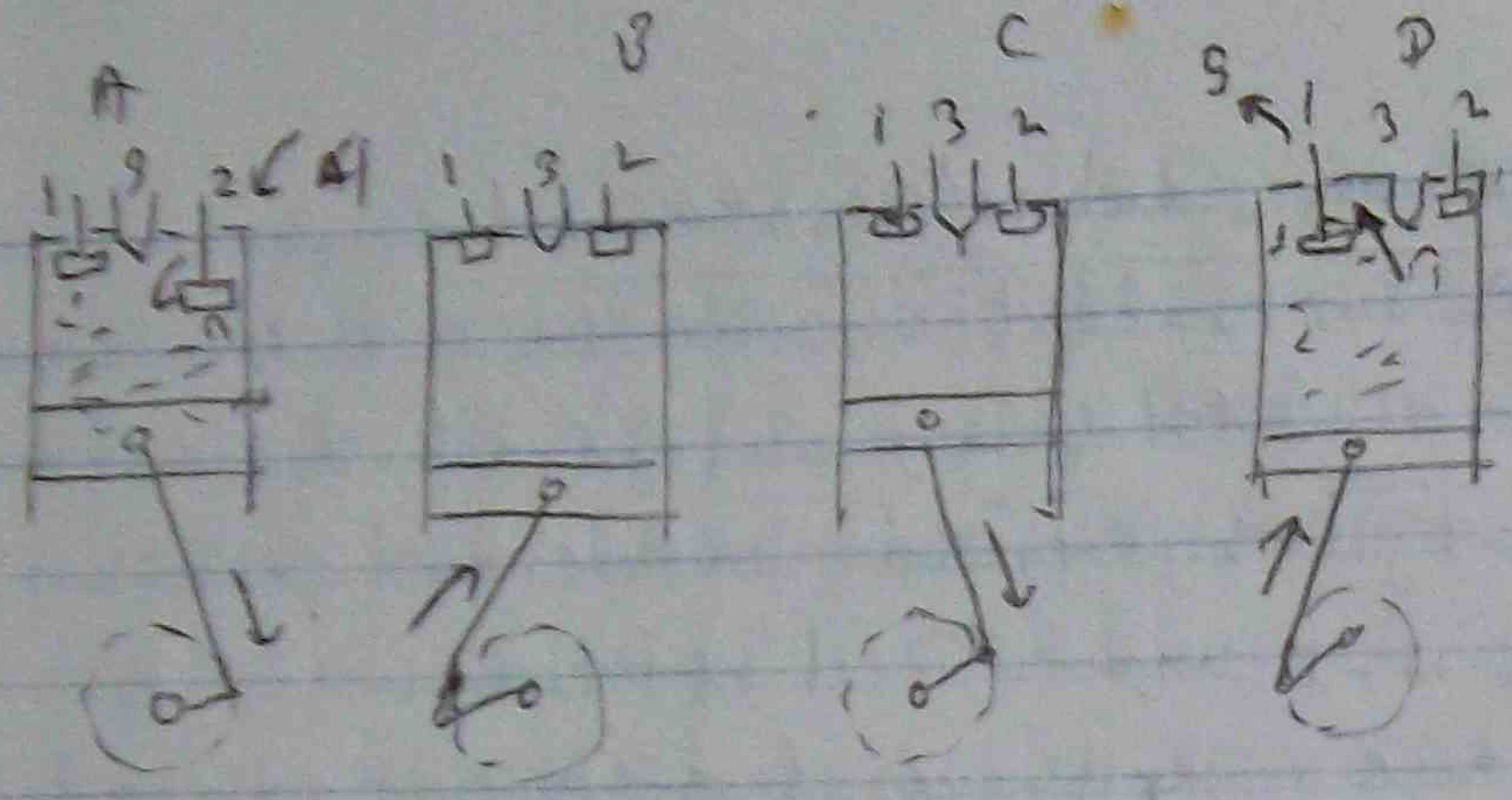
(v) The risk of fire due to fuel scarce.

Defects (i) components are numerous, construction is complex and production cost and maintenance cost are expensive.

(ii) The troubles due to torsional vibration are frequent.

(iii) It is hard to continue for a long time operation always slow ~~to~~ speed.

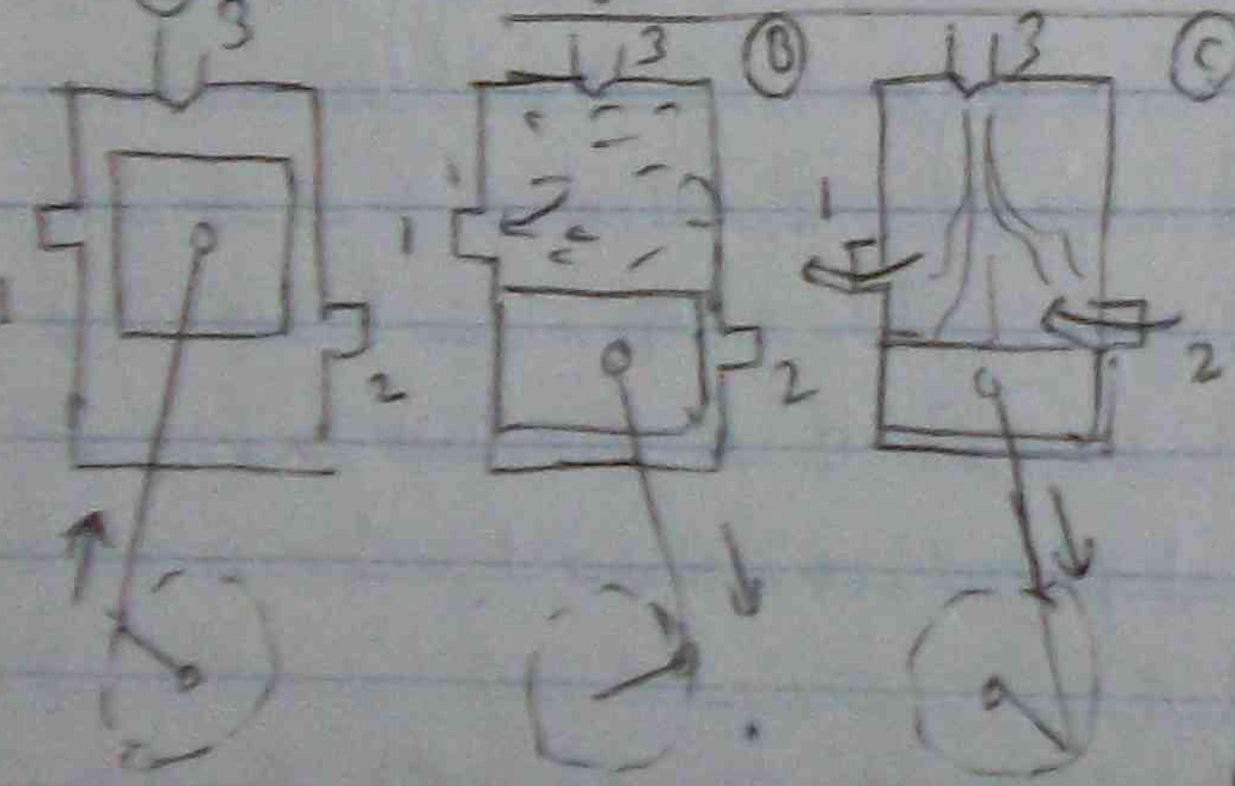
4cycle Diesel Engine



(A) - Suction stroke, (B) compression stroke (C) Explosion stroke
(D) Exhaust stroke

(1) → exhaust v/v (2) Suction valve (3) Fuel injection v/v
(4) air (5) Exhaust gas.

2cycle diesel Engine



(A) compression
(B) Finish the working and start of exhaust
(C) Scavenging

(1) Exhaust Port (2) Scavenging Port
(3) Fuel injection valve.

Explanation of operational procedure

Case of four cycle engine (by upper 1 diagram)
A ~~Air is~~ sucked when piston moved downward (B) Air is compressed as piston moves upward (C) Fuel is injected and explosion force pushes piston down-ward. (D) piston moves upward and pushes exhaust gas out.

Case of two cycle engines (by upper 2 diagram)
(A) piston moves upward and closes air port and exhaust port then air is compressed
(B) Fuel is injected and explodes, piston moves downward, and gas is discharged from exhaust port, subsequently air is admitted through Scavenging port. (C) Inside of cylinder is scavenge by the upward motion of piston and instrusion of air and remaining air is compressed.

③ Comparison of principle characteristics

ⓐ characteristics of fourcycle engines

Fuel loss is small and thermal efficiency is high as compared with twocycle engines, therefore smaller fuel consumption will do.

Also the stroke for exhaust and that for suction are separated and the scavenging action for exhaust gas is certain and easy. Besides, the life term of cylinder is long. While these points are described as advantages, the following points are enumerated as defects, construction is complex and volume is large, large flywheels are necessary, weight and volume per horse power turn out to be large as compared with twocycle engines, and the troubles in valve mechanism are frequent.

These characteristics of 4 cycle engines are more advantageous than twocycle engines in case of making engine speed higher or supercharging for increasing power output and cover part of the defects.

ⓑ characteristics of twocycle engines

The following points are enumerated as advantage high power output can be obtained with same cylinder volume, construction is simple and handling is easy reversing and starting are easy and fly wheels can be made small. On the other hand, the following points are enumerated as defects, the process of discharging exhaust gas is incomplete and fuel consumption is large, the machinery for admitting high pressure scavenging air are necessary, wear of cylinder liners is rapid, and the engines are inferior as high speed engines to fourcycle engines.

ⓒ Selection between 4cycle and 2cycle

As described above, 4cycle engines and 2 cycle engines have respective advantages and defects, and the superiority between them can not be decided slightly. Accordingly, it is important

to select them according to the though that right engines are used in right places corresponding to their use, and at present, generally the two cycle type is used as large slow speed engines, while most small high speed engines are four cycle type. Besides as medium sized, medium speed engines, both types are used in mixed state but at present still the 4 cycle type is used more because super charger can be used easily to increase power output.

Examples of main particulars are shown in table regarding two cycle, low speed, large power output engines and 4 cycle, medium speed large power output engines, which are manufactured to meet the demand of large power output engines ~~accompan~~ accompanying the building of large sized or high speed ships.

$$1\,HP = 33000\ \frac{ft\text{-}lb}{min}$$

$$1\,Ps = HP ?$$

$$= \frac{32472}{33000} = 0.98\,HP$$

$$1\,Ps = 75\ \frac{kg\text{-}m}{s} \times 60\ \frac{s}{min} = 75 \times 2.2 \times 3.28 \times 60$$

$$= 32472\ \frac{ft\,lb}{min}$$

④ Types of diesel Engines

As for diesel Engines, various engines are produced corresponding to their use and purpose and they are classified into 4 cycle engines and two cycle engines as described before, besides, they are classified various according to construction, characteristics and so on.

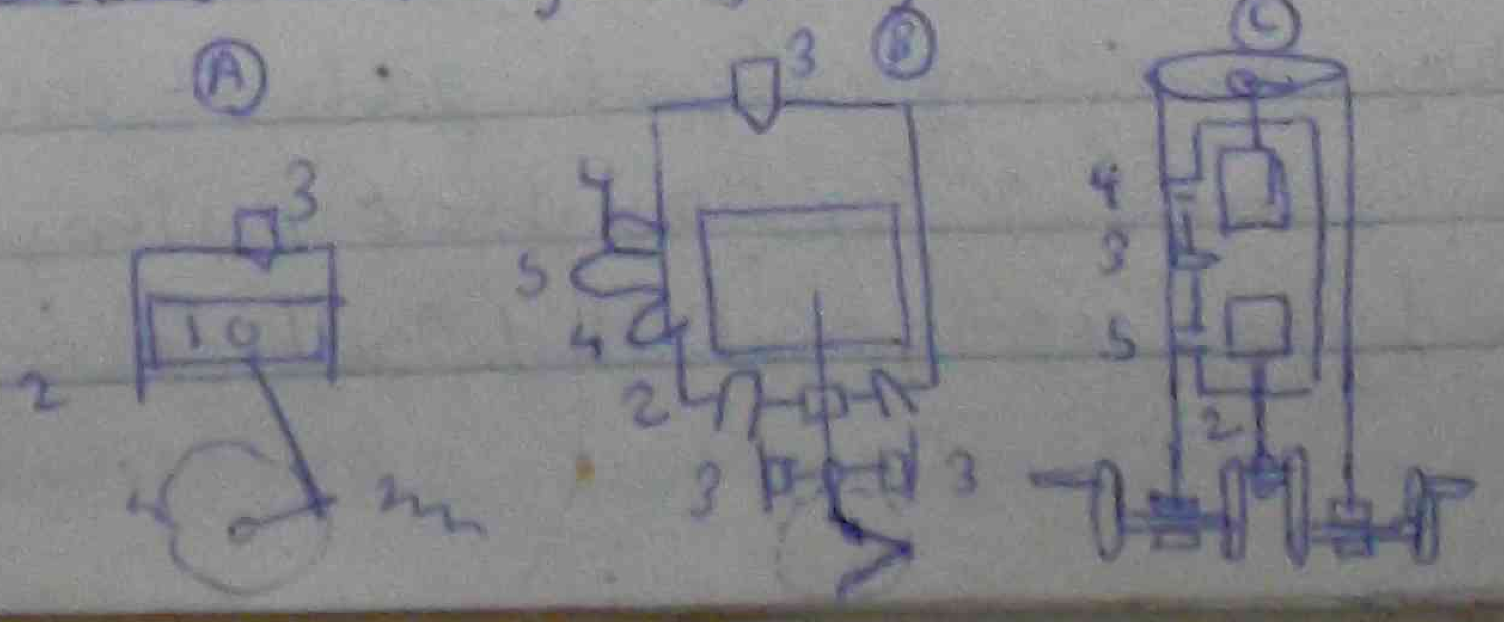
ⓐ classification of types

(i) four cycle engines, two cycle engines as described already in the last paragraph.

(ii) single acting engines, double acting engines opposed piston engines.

The construction types of these engines are shown in fig.

Skelton diagrams of single acting engine, double acting engine, and opposed piston engine.



A - single acting engine
B - double acting engine
C - opposed piston engine
1 - piston 2 - cylinder
3 - fuel injection valve

4 - Exhaust port   5 - Scavenging port.

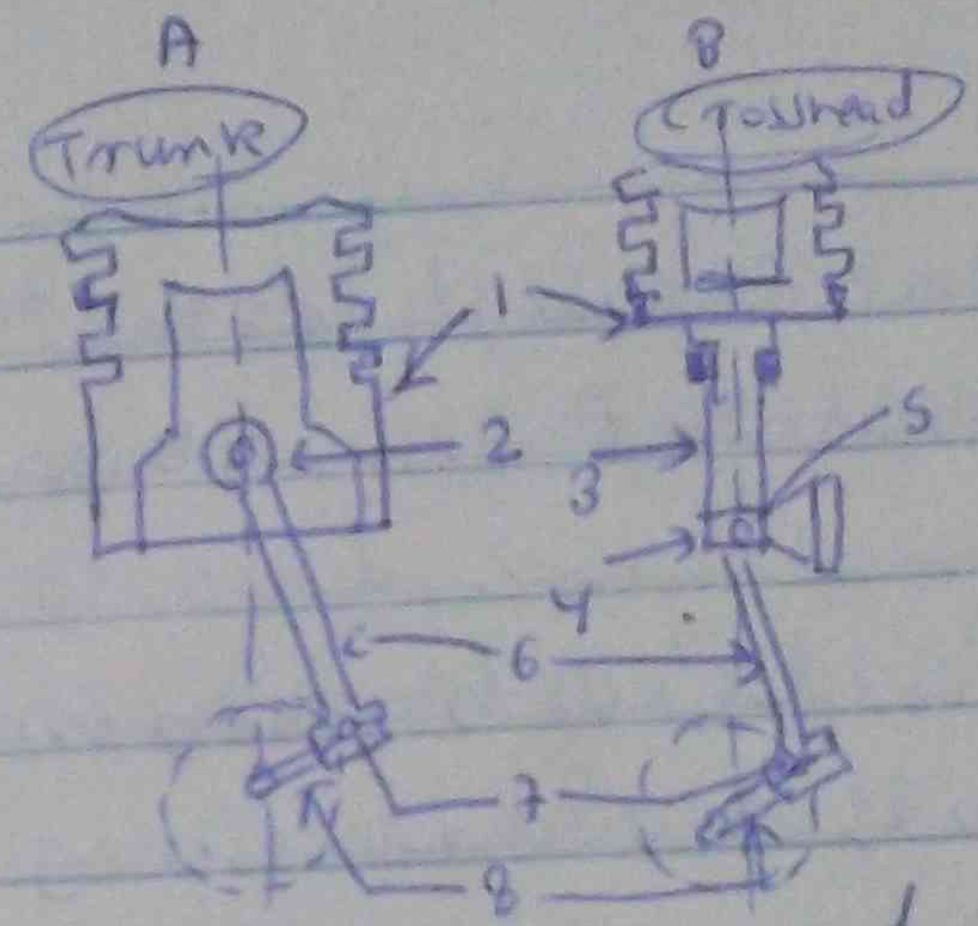
(a) Single acting engines are those in which fuel explodes on only one side of pistons and at present from small to large engines are widely used for ship.

(b) Double acting engines are those in which fuel explodes on both sides of pistons alternately, and power output increases but construction becomes complex accordingly, they are rarely used at present.

(c) Opposed piston engines are those in which fuel explodes between two opposite pistons, and the construction is complex and the height of engines becomes high therefore, they are used only in extremely limited range (for example Doxford type, Junker type)

(3) Trunk piston type engines, crosshead type engines

Sketches of the main moving parts of these engines are shown in fig. That is trunk piston consist of piston, piston pin, connecting rod and parts of crank shaft; besides crosshead piston consists of piston, piston rod, crosshead, connecting rod and parts of crank shaft.



① - Piston ② Piston pin ③ Piston rod
④ Cross head ⑤ Cross head pin
⑥ Connecting rod ⑦ Crank pin
⑧ Crank arm.

(a) Trunk piston type engines are those of the type that pistons and connecting rods are connected directly with piston pins and almost all medium and small sized engines are this type.

In the engines of this type, side pressure due to the rotation of crankshafts is born by the piston themselves therefore it is plotted so that the obstacles due to the side pressure are prevented by attaching skirts to the pistons and making length about 1.5 → 2 times as long as diameter.

(b) In crosshead type engines, pistons, piston rods and crossheads are fixed in one body as shown in fig. and make reciprocating motion together. This construction is connected to the connecting rods with crosshead pins. In case of double acting engines all engines are this type but also in case of single

engines, when cylinder bore exceeds about 500mm this type is adopied because the side pressure becomes too large.

In this type, the side pressure is born by cross head therefore the piston skirts are unnecessary. However in the crosshead type engines construction is complex and engine height is high, therefore they are not used except the case large engines.

③ water cooling Type engines, air cooling type engines.

This is classification according to the cooling system for engine cylinders.

The water cooling type engines are those of the type that cylinders (including cylinder covers etc) are cooled by water (sea water or fresh water) and almost all marine engines are this type engine excepting the following special cases because this type engines are more economical and reliable as marine engines. on the other hand, the air cooling type engines are those of the type that cylinder are cooled by air, and at present, the special use engine (for example) emergency dynamo engines etc) or handy small engines are frequently this type corresponding to their use and purpose.

The outline of cooling systems employed today is as follows. case of cylinder cooling (including cyl. covers etc).

Air cooling - Emergency dynamo engines, special small high speed engines etc.

sea water cooling - General marine engines less than 2000ps.

fresh water cooling large engines case of piston cooling.

oil splash cooling - General marine engines less than about 2000ps.

fresh water cooling - large engines, lub. oil cooling large engines.

④ High speed engines, medium speed engines, low speed engines

This classification of engine is carried out according to number of revolutions per minute and piston speed

of engines, but there is not definite criterion among these types. As diesel engines are piston engines. The piston speed and number of revolutions of engines come to be limited by the inertia of reciprocating parts such as piston, the construction and type of the engines and the strength of material, and the piston speed of generally 6→8 m/sec is set as its limit according to engine types. Accordingly the number of revolutions of the engines is decided so that this limit of piston speed is not exceeded and generally it is small in large cylinder bore, and is large in small engines with small cylinder bore.

Tab of engine classification according to number of revolutions and piston speed

Engine classification	number of revolutions per minute	mean piston speed m/sec
High speed Engines	1000 (or) more or 750 or more	7 or more
medium speed	500→400 (or) (750→150)	5-7 or 6→7
low speed Engines	400 or less or 350 or less	5 or less or 6 or less

vertical Engines, horizontal engines, V type Engines, radial engines, inverted engines.

This is classification according to the arrangement of cylinders.

(a) Vertical Engines - are those of the type that cylinders stand vertically to floor and occupied installing area can be made small, therefore they are used most as marine engines.

(b) Horizontal engines are those of the type that cylinders are placed horizontally, and installing area becomes large, therefore they are rarely used as marine engines.

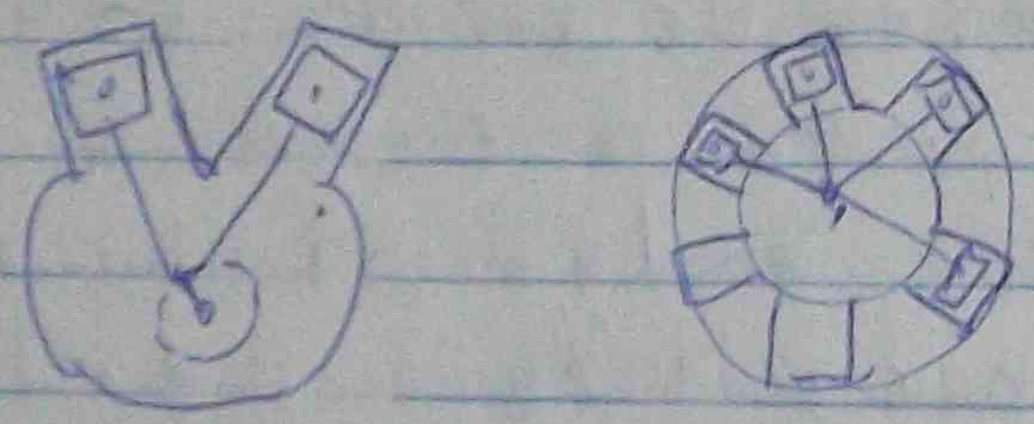
(c) V type engines are those of the type that two rows of cylinders are arranged in V form as shown in the left diagram of fig and the length of engines can be made short and power output can be increased, therefore they are used in case of medium speed and high speed engines.

(d) Radial or star shape engines are those of the types that cylinders are arranged radially centering around shafts as shown in the right diagram of fig and they are mostly the engines but are rarely used as marine engines.

(e) Inverted engines - are those of the type that cylinders are inverted, but they are rarely used as marine engines.

Fig Diagram of cylinder arrangement of V shape engines and radial engines.

(A) Vtype (B) radialtype



Single cylinder engines, double cylinder engines, three cylinder engines

This is classification according to number of cylinders and today in case vertical engines. Those up to 12 cylinders per unit and in case of V type engines, those up to 18 cylinders per unit are manufactured.

Air less injection engines, air injection Engines.

This is classification according to fuel injection method

(a) Air less injection type is that injection fuel by compressing it to high pressure of $300 \to 500 kg/cm^2$ with fuel pumps, and requires the fuel pumps of precise and high quality. However, mechanical efficiency turns out to be high, because air compressors for injection are unnecessary, and the regulation of fuel injection is easier than the case of air injection type. Therefore, it is suitable for remote operation and high speed engines and is used generally wider than air injection at present.

(b) Air injection type is that injection fuel by including it with high pressure air of about $50 \to 75 kg/cm^2$. and high pressure fuel pumps are unnecessary, therefore the fuel of lower grade than the case of air less injection type can be used. However compression pressure must be made high, and mechanical efficiency turns out to be low because air compressors for injection are necessary. moreover, the regulation of fuel injection must be made by adjusting the pressure of injection air therefore, both fuel and air have to be adjusted for speed governing action.

such intricate operation is not suitable for high speed engines and has many inconvenient points in case of remote operation.

Self reversible engines, indirectly reversible engines.

marine main engine must be equipped with the devices which move ship astern by reversing propellers together with moving them ahead.

(a) self reversible engines are those which reverse propellers by reversing the engines themselves and most engines above several hundred horse power are of this type. However recently, among medium and large sized ships, those moving astern with controllable pitch propellers and other means have appeared.

(b) Indirectly reversible engines are those of the type that the engines themselves rotate always in a definite direction and propellers are reversed by installing reversing devices behind the engines. This type is used mostly for small ships and as the reversing machines, there are union type, MITT and VEI's type and so on.

Direct coupling engines, geared engines.

Generally the efficiency of propellers is better as their rotating speed is lower, therefore when the rotating of main engines in high reduction gears are placed behind the engines, and when the rotation of main engines, they are coupled directly. Accordingly, generally low speed engines are coupled directly and in cases of high speed engines and part of medium speed engines, generally they are used as geared engines except the case of special high speed ships.

Large engines, medium engines and small engines

In the classification of large and small engines there is not distinct basis but generally classification is made according to cylinder bore and power output per one cylinder or that of an engine as a whole. In diesel engines, the number of revolutions of engines turns out to be small as cylinder bore is made large being limited by piston speed, therefore in order to increase the power output of engines, the selection between

the increase of cylinder bore and the increase of number of cylinder is decided according to the usecand purpose of the engines, and the easiness of production. Therefore generally the engines up to about 100PS (cylinder bore is generally smaller than 400mm) were considered as small engines and those exceeding several thousand H.P output were called large engines, but recently the reliability of engines was improved and high speed and supercharged engines progressed owing to the progress of techniques also super large output engines and multi cylinder medium and high speed engines were developed, corresponding to the tendency to high power output of engines therefore the classification of large and small engines has become more difficult.

Recently, in classification which is made according to cylinder bore; following standard is generally adopted. And also today we have new classification which is divided into super large, medium small, handy small.

Type	cylinder bore (mm)
Large Engine	About 500 mm or more
median Engine	About 200 → 500 mm
small engine	About 200 mm or less

selection of types.

As described before, diesel engines can be classified into many groups of types, but these types are closely related mutually and numerous engine types are manufactured owing to their combination.

The suitability of main engines controls the operational performance of ships largely, therefore the selection of engine types should be carried out by strict evaluation, making reference to the results of many similar ships as described before in paragraph, and it is not a thing such that definite selection criteria can be shown lightly. Accordingly here, only the engine types being used today for the following object ships are illustrated.

ⓐ case of superlarge oil tankers and others

main engines of tens of thousands horse power are necessary and as diesel engines, super large low speed, two cycle engines (for example 800→1030 mm cylinder bore 5→12 cylinders) are used and as for other typical features of these engines, single acting crosshead type, vertical type, airless injection type, super charged type and self reversing direct coupling type are adopted.

ⓑ case of large, high speed container ships.

It is difficult to obtain required horse power with one unit of present today diesel engine therefore twin, triple or more propulsion is adopted and large sized, large power out engines similar to those described before are used respectively. Besides, as another method, large medium speed engines (for example, 600 mm cylinder bore 9 cylinders) are used instead of the large engines described before, and as for other typical features of these engines, four cycle single acting, trunk piston type, V type, airless injection type, high supercharged type and reversing reduction gears are adopted. moreover if necessary, multiple engine method with medium sized, medium speed engines can be taken in to consideration.

ⓒ case of large liners

There are case in which required H.P can be obtained with one engine, and two engines are necessary. It may be considered that selection criteria for number of shaftings and engine types are generally in accordances with the case of large container ships described before

ⓓ case of medium freighters and other

Suitable engine types are selected centering in economy and corresponding to requi H.P for example.

(i) 4 cycle single acting ~~not~~ medium speed super charged type with reversing reduction gear

(ii) two cycle, single acting, low speed supercharged direct coupling type.

(iii) besides, various engine types are selected according to use and purpose.

(e) Case of Small, high speed ships.

Engine types are selected by taking reqd. H.P and the size, use and purpose places of use course and others of object ships into consideration. For example, small high speed or medium speed engines are selected and as for other typical features of these engines, four cycle single acting, trunk piston type, vertical or V type airless injection type, and supercharged or high supercharged type with reversing reduction gears are adopted.

(f) Case of deep sea fishing boats.

Engine type are selected, aiming at being able to endure heavy load and long-term operation.

For example – (i) 4 cycle single acting medium speed or V type supercharge or high supercharged type with reversing reduction gear.

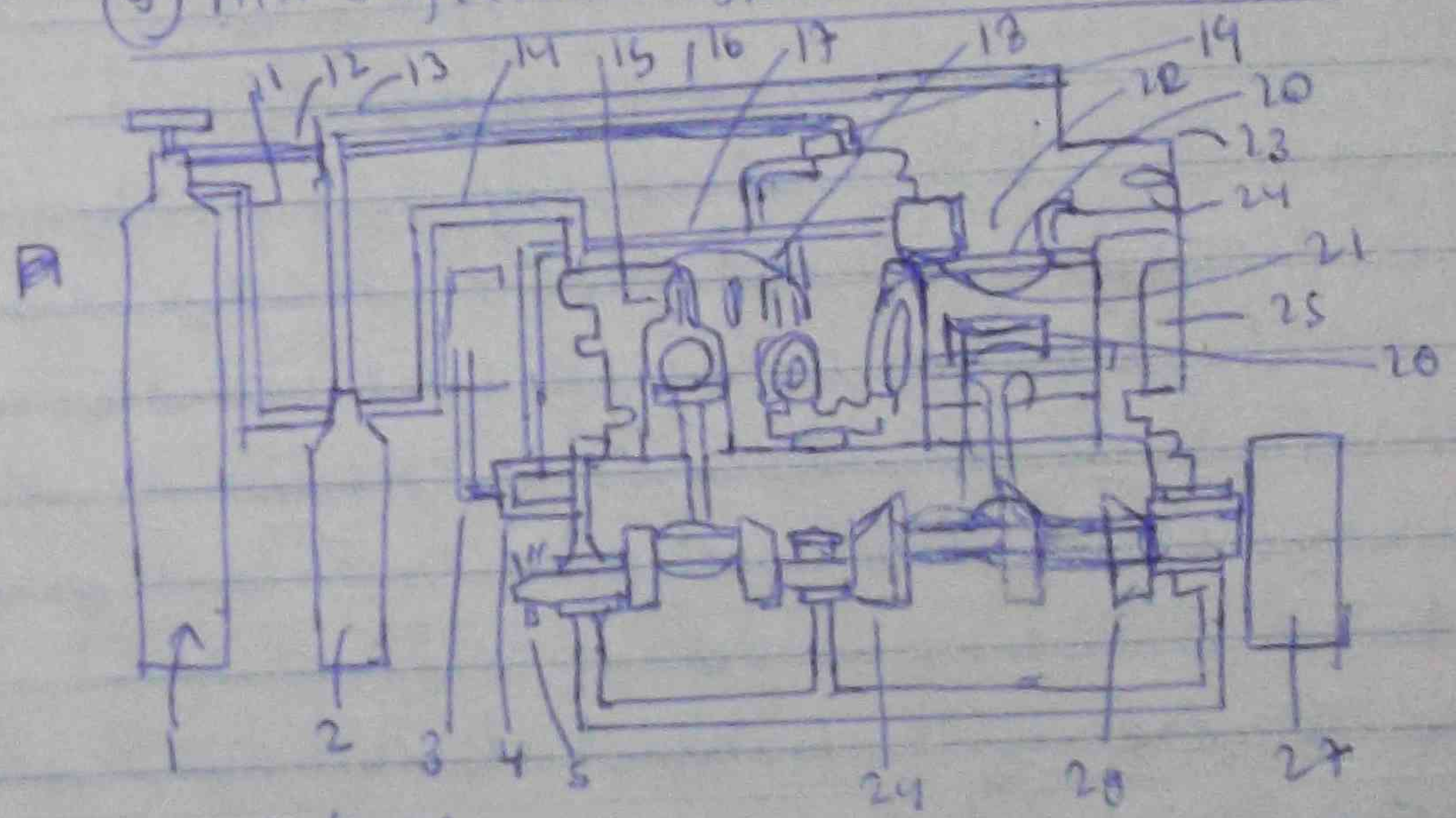
(ii) 2 cycle, single acting, low speed or medium speed, vertical supercharged, direct coupling or geared type

(iii) besides it necessary twin propulsion or multiple engine type are adopted.

(g) Case of tugs and Other.

A tractive force is required engine types are selected on the basis of two cycle low speed Engine.

(5) Air Injection type 4 cycle Engine.



(1) Starting Air tank
(2) Injection Air tank
(3) fuel tube
(4) fuel pump
(7) Eccentric ring for fuel pump
(6) low pressure cylinder of compressor
(7) low pressure piston of compressor
(8) low pressure suction v/v
(9) High pressure cylinder of compressor
(10) High pressure piston of compressor
(11) Pressure equalizing pipe.
(12) Starting air pipe
(13) Air replenishing pipe
(14) fuel tank
(15) Secondary cooler (High pres)
(16) Injection air pipe
(17) High pressure discharge v/v

(18) High pressure suction v/v
(19) Low pressure discharge v/v
(20) Primary cooler (low pressure)
(21) Suction valve
(22) Fuel v/v

(13) Exhaust v/v
(14) Cylinder cover
(15) Cylinder
(16) Piston
(17) Flywheel
(18) Crankshaft
(29) Cooling water entrance

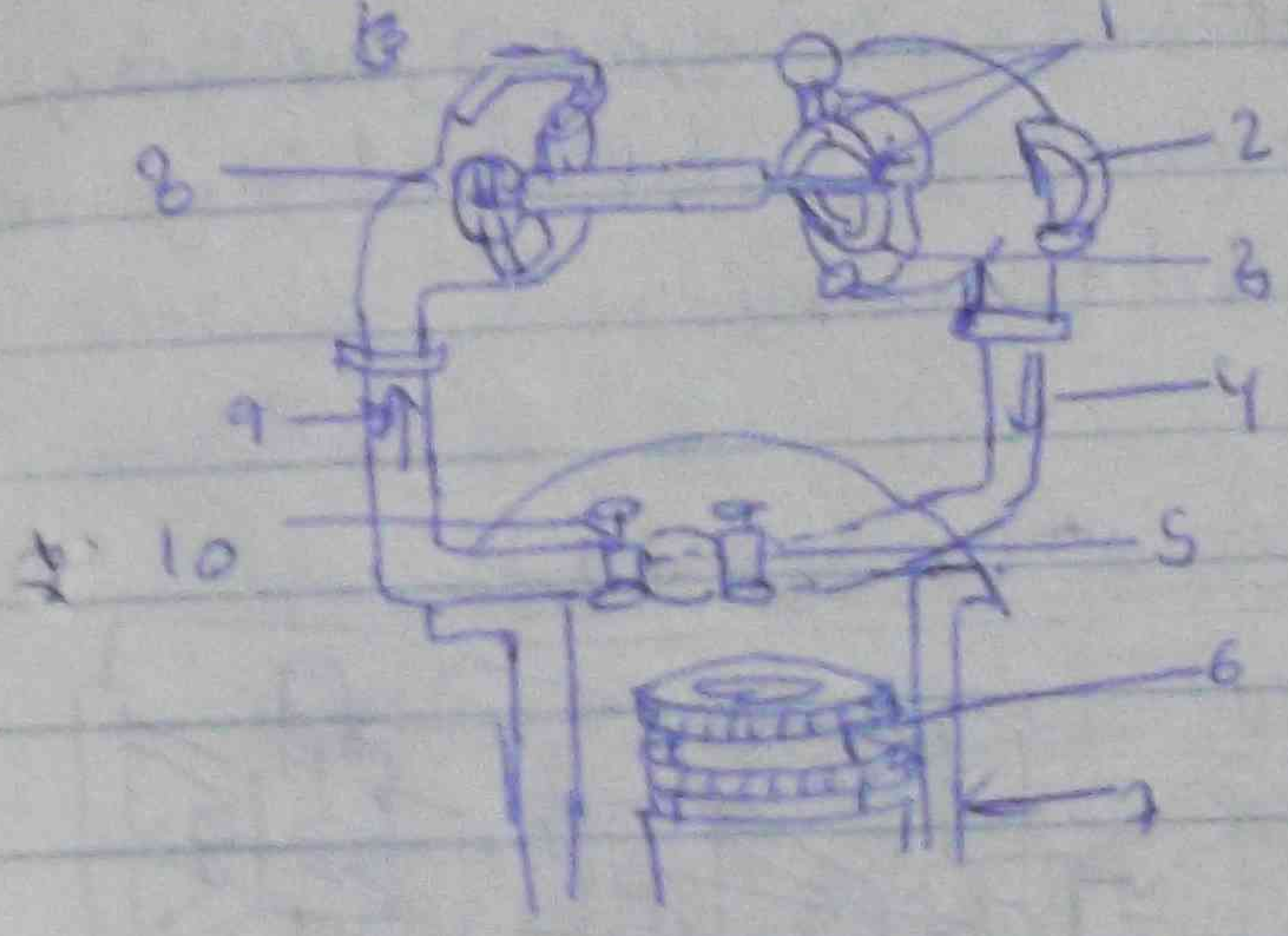
High pressure air at 50 ~ 75 kg/cm² is produced with air compressed and stored in air tank (2). When fuel is injected, the air is led to fuel valve 22 and mixes with fuel oil, then is injected into cylinder. Therefore it is called air injection method owing to this construction.

4 cycle Engines with Exhaust turbine supercharger

This engine type is used widely as marine main engines at present and Fig. It's appearance diagram and the working diagram of supercharger. Also see paragraph before and paragraph.

Appearance diagram and working diagram of supercharger of 4 cycle engine with exhaust turbine supercharger

working diagram of Exhaust gas turbine supercharger



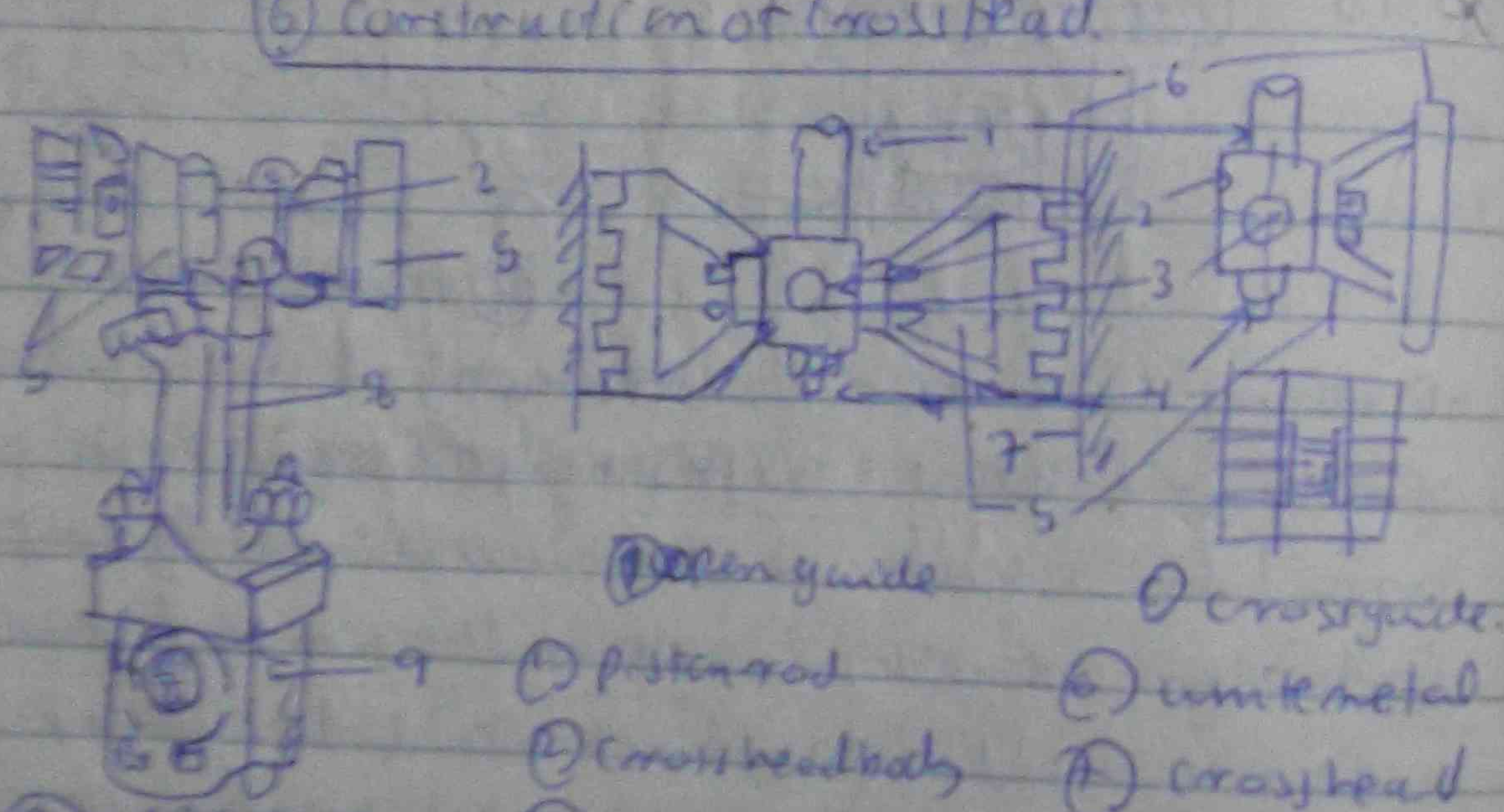
(1) Impeller
(2) Suction air filter
(3) Guide vane
(4) Suction pipe
(5) Suction valve
(6) Piston
(7) Cylinder
(8) Turbine rotor
(9) Exhaust pipe
(10) Exhaust valve

Exhaust turbine 8 is driven by utilizing the energy of exhaust gas discharged from exhaust v/v 10 and the impeller 1 of blower directly coupled in the turbine is driven, thus the air of large density is fed into cylinder and the power output is increased by plotting good combustion. This is the principle of supercharging.

Moreover as for other supercharging method there has been the exhaust gas inertia system (power up about 20%) in which the exhausting mechanism is plotted to enlarge the pulsatory motion of exhaust gas by modifying exhaust pipe (in length and diameter) silencer (in capacity) and so on, and to suck greater quantities of air

in each cylinder circuit superchanger by opening suction vlv in lower portion at pulsating pressure and in good timing.

⑥ construction of cross head



Ⓐ appearance

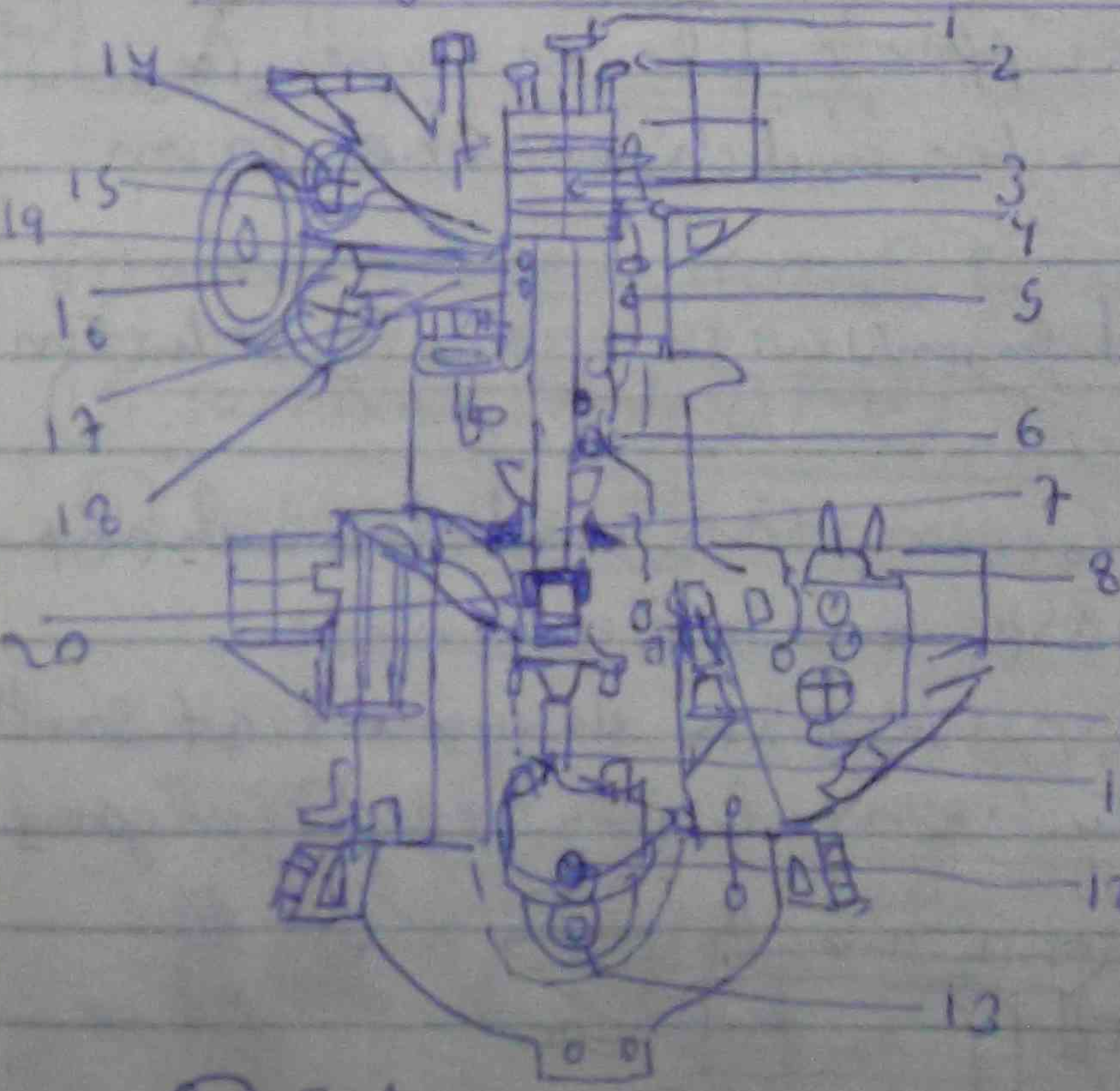
① open guide
① piston rod
② crosshead body
③ crosshead pin
④ piston rod tightening bolt
⑤ crosshead shoe

⑥ crossguide
⑥ white metal
⑦ crosshead bearing
⑧ connecting rod
① crank pin bearing

Crosshead type double acting two cycle engines

This engine type come to rarely used now as construction is complex and in relation to the strength of materials. The out line of construction and the name of main parts are as shown in fig.

cross section diagram of crosshead type double acting two cycle diesel engine.



① fuel injection v/v
② upper cylinder cover
③ piston
④ inspection hole for scavenging and exhaust port
⑤ cylinder
⑥ stuffing box
⑦ piston rod
⑧ fuel pump
⑨ cross head shoe
⑩ cross head guide
⑪ connecting rod
⑫ crank pin
⑬ crankshaft
⑭ upper exhaust pipe
⑮ upper exhaust port
⑯ scavenging air reservoir
⑰ scavenging port
⑱ lower exhaust pipe
⑲ lower exhaust port
⑳ crosshead

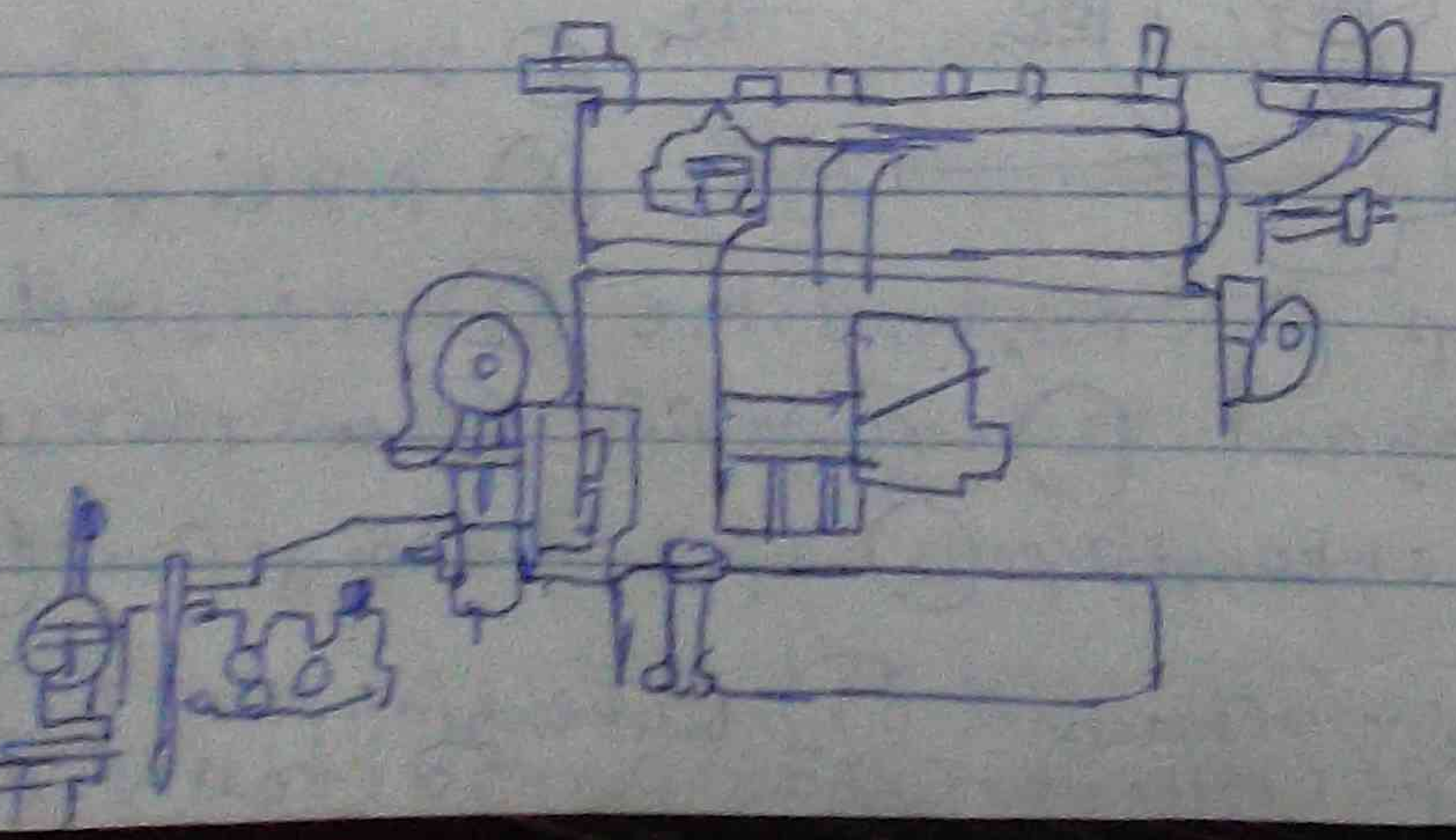
Eng

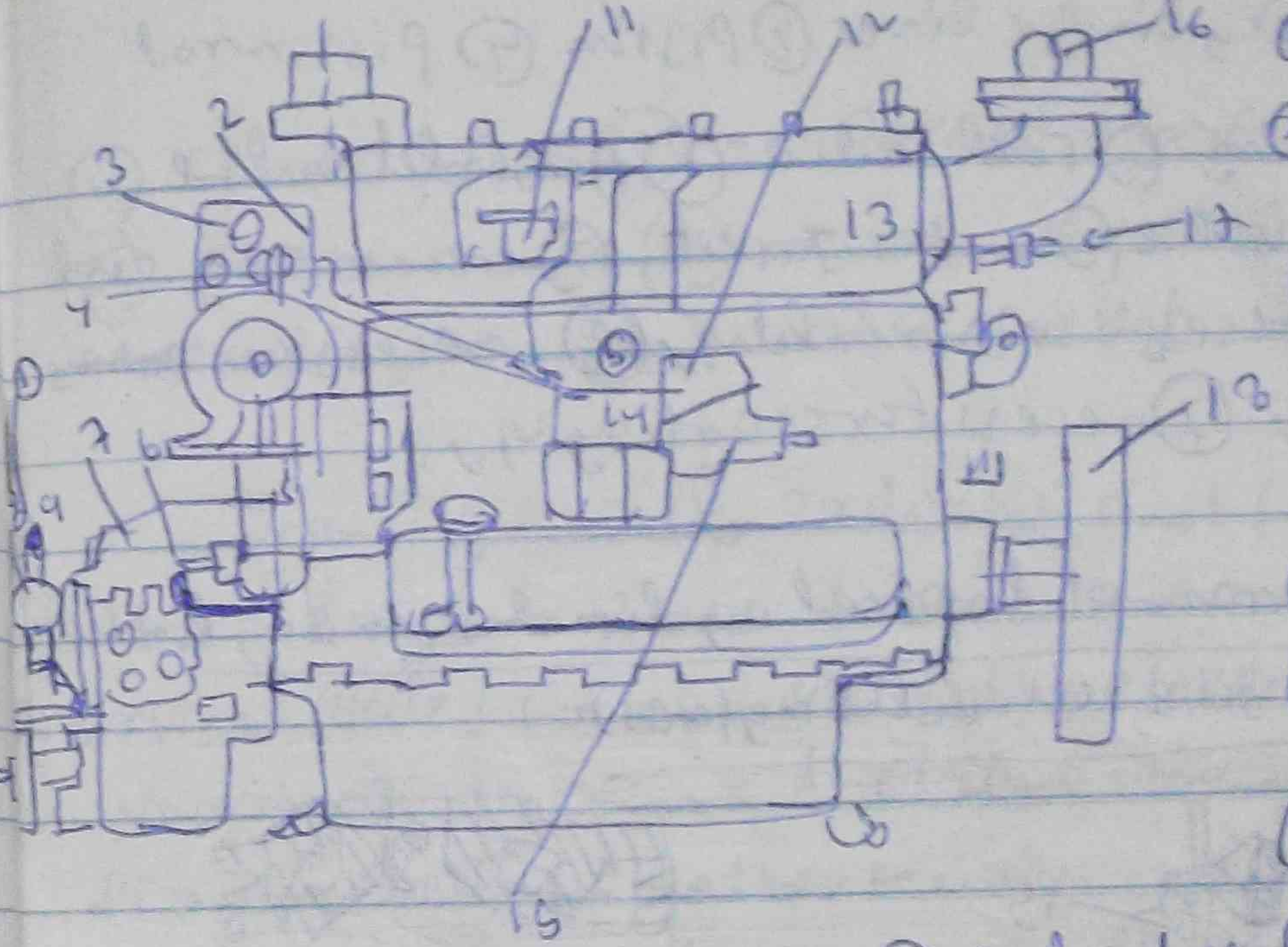
This diagram shows the cross section MAN 7 500PS two cycle engine manufactured by Mitsubishi Heavy Industries. Fuel is injected alternately from the fuel valves on upper and lower cylinder covers accordingly piston works actively on both aways and loop scavenging method is adopted, in which the air entered from upper and lower scavenging ports reverse in cylinder and discharge from exhaust ports.

⑦ <u>Small high speed engines with reversing reduction gears.</u>

The out line of construction and the name of main parts are as shown in Fig.

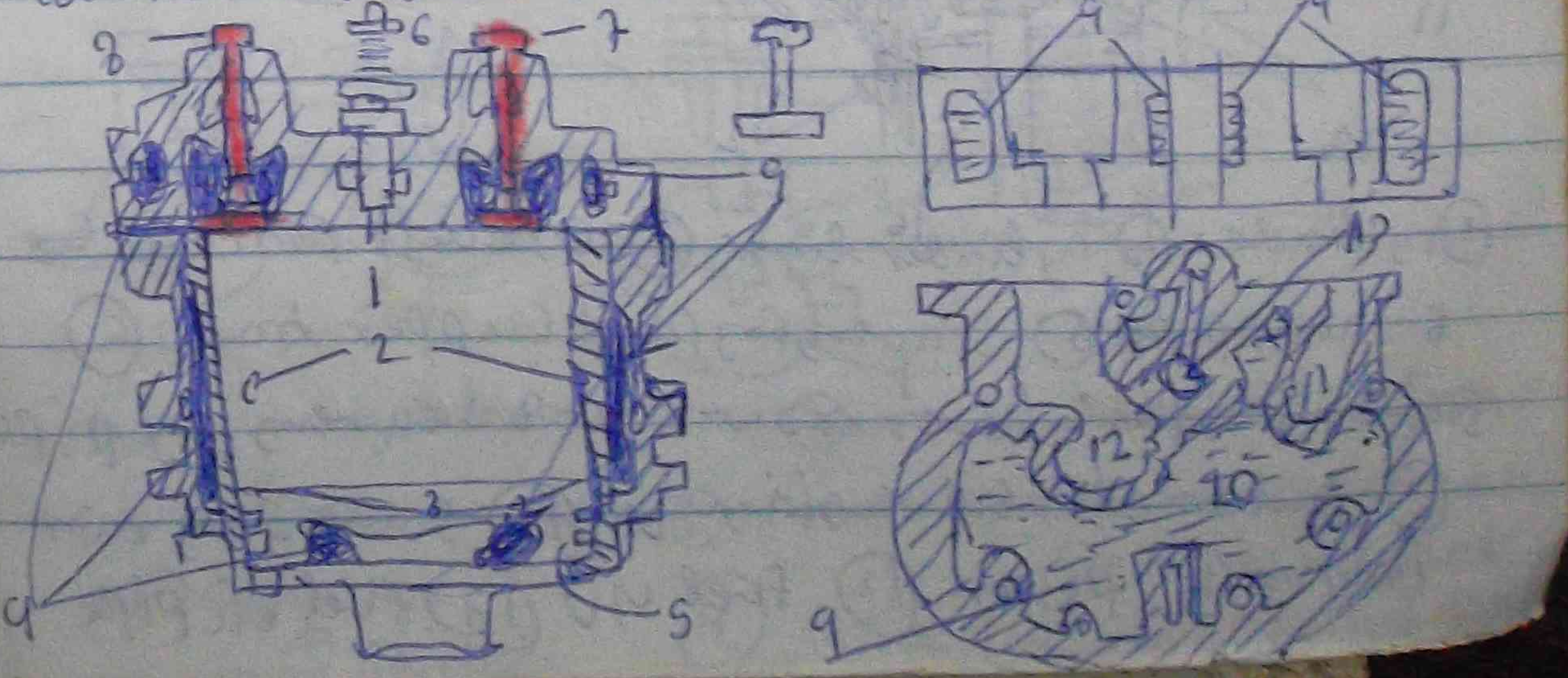
Apperance and cross section diagrams of small high speed engines with reversing reduction gears.





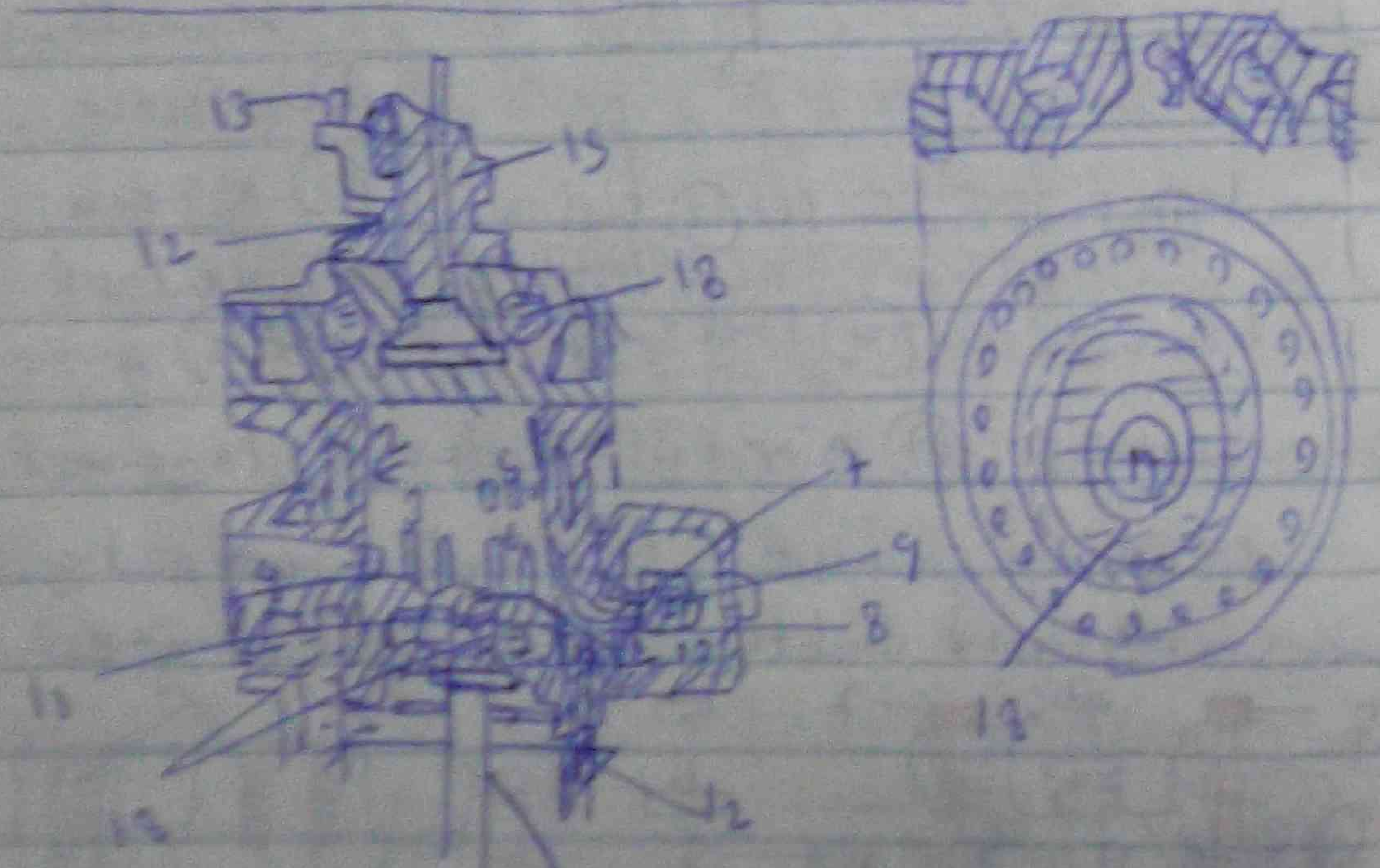
① reversing handle
② compression handle
③ Instrument Panel
④ speed governing handle
⑤ fuel pump
⑥ oil pressure regulating v/v.
⑦ oil filter
⑧ Astern
⑨ Neutral
⑩ ahead ⑪ fuel oil filter ⑫ fuel shutoff handle
⑬ suction manifold ⑭ fuel injection limiter ⑮ governor
⑯ Exhaust pipe ⑰ Air filling valve ⑱ flywheel.

Section diagrams of typical cylinders and cylinder covers for 4 cycle and two cycle diesel engines.



① cylinder ② cylinder liner ③ piston ④ piston rod
⑤ piston ring ⑥ fuel valve ⑦ Air inlet valve
⑧ Exhaust valve ⑨ water Jacket ⑩ recess for fuel
valve ⑪ recess for Air inlet v/v ⑫ recess for exhaust v/v ⑬ recess for starting v/v.

Section diagram of typical cylinder and cylinder cover for 4 cycle diesel Engines)

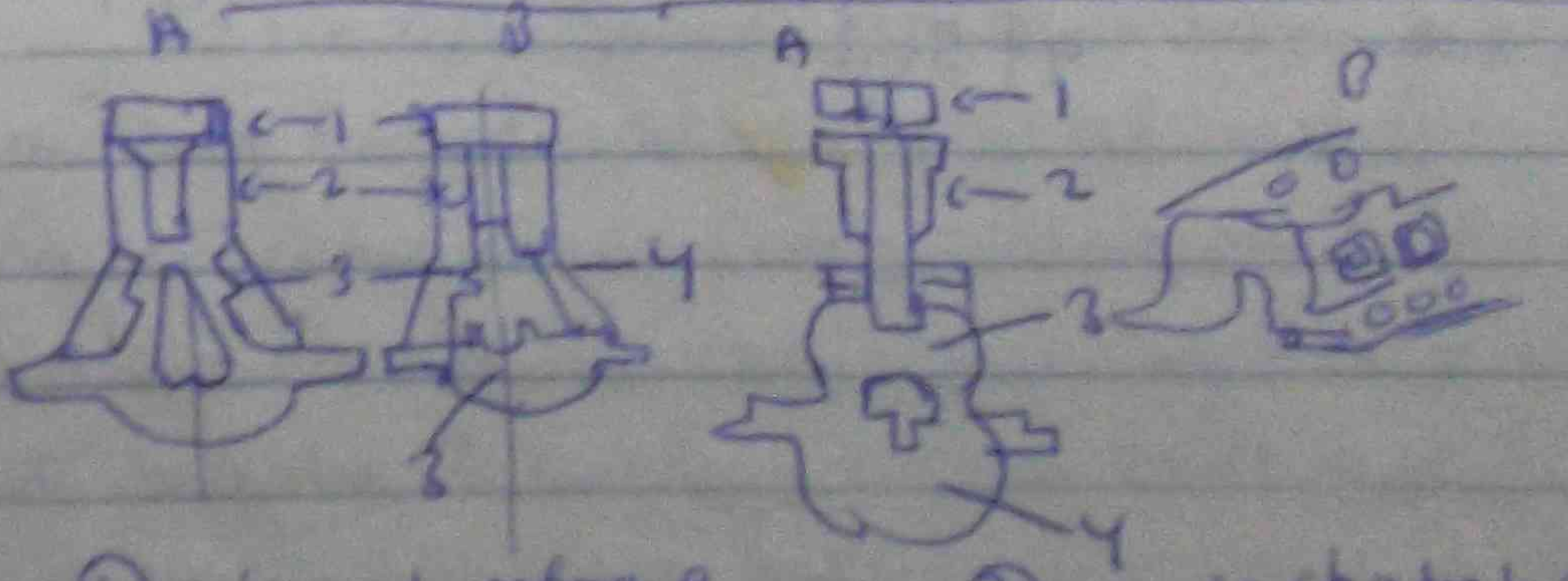


① cylinder ② cylinder liner ③ Exhaust port ④ Exhaust pipe ⑤ Scavenging port (upper row) ⑥ scavenging port lower row 7-8 scavenging pipe ⑨ Automatic scavenging v/v ⑩ scavenging air intake ⑪ piston ⑫ fuel v/v ⑬ fuel oil pipe

⑭ starting v/v ⑮ compressed air for starting ⑯ piston rod ⑰ recess for fuel v/v and starting v/v ⑱ water Jacket.

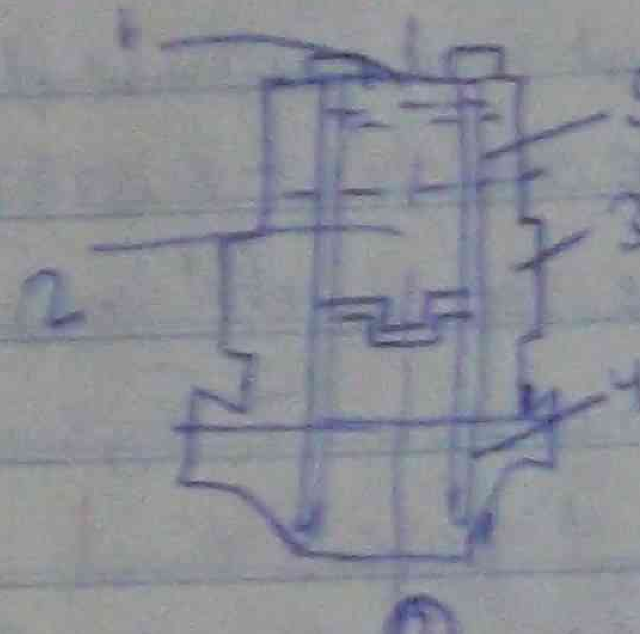
Frames generally ordinary cast iron is used but in large engines, frames are made of cast steel or steel plate (fabricated by electric welding) in order to increase the frame strength. They are fixed on beds together with cylinders and cylinder covers with bolts and tension bolts. There are various type in frame construction and tension bolt fitting. Besides see the relevant diagrams shown before in paragraph.

sketches of typical frame construction



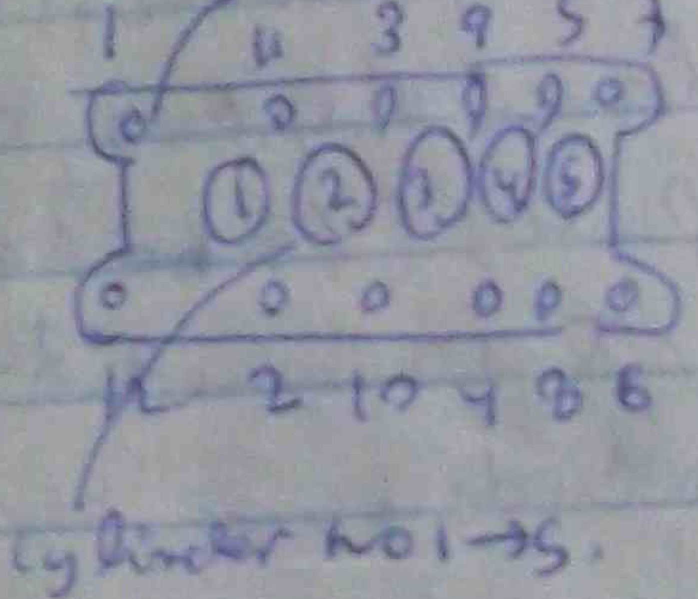
① column type frame
② crank chamber type frame
① cylinder cover
③ frame (made of cast iron cast steel or steel plate
② cylinder
④ frame (made of rolled steel
⑤ rod

The frame (B) diagram shown in figure 1] and is made mostly employed for small engines and is made as one casting.



②

①



③ Fitting situation of Tension bolt

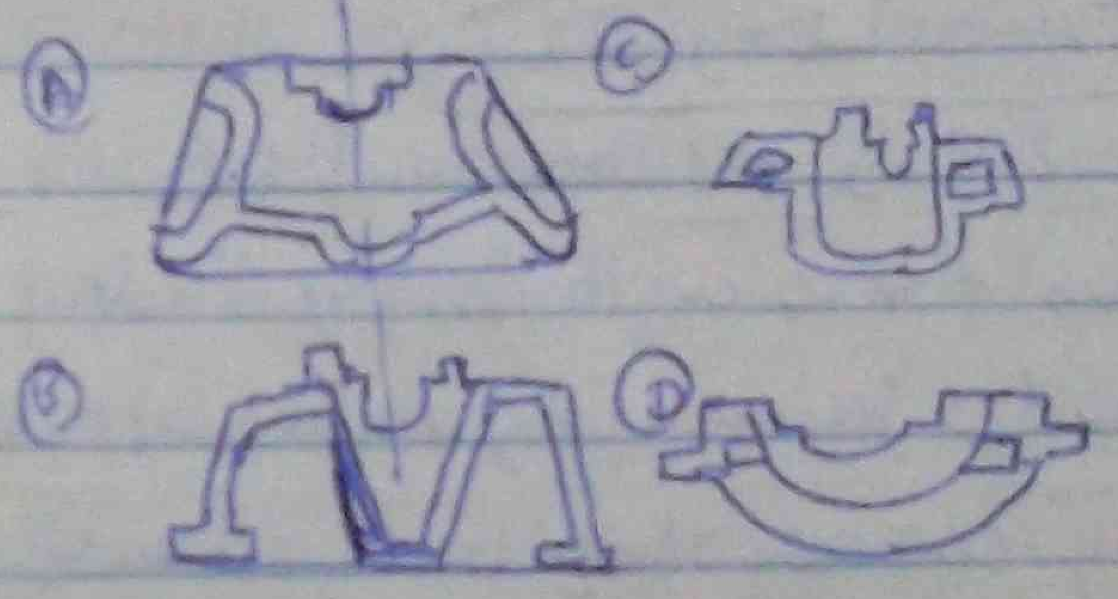
④ Fitting order of tension bolt.

1/ cylinder cover 3/ Frame 5/ Tension bolt.
2/ cylinder 4/ Bed

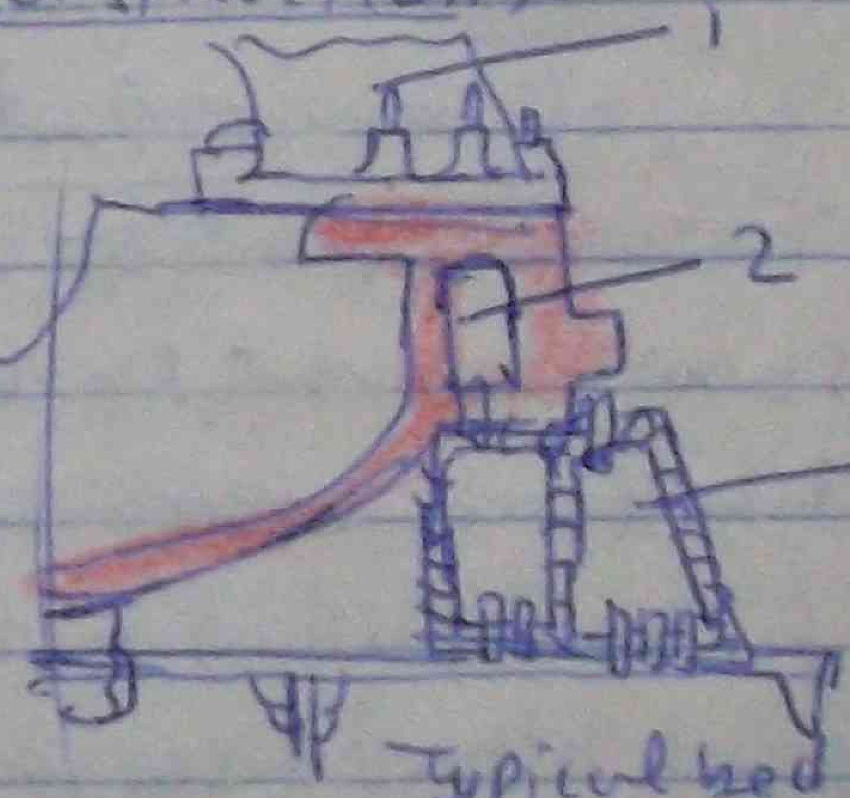
⑥ Engine Beds and main Bearings

Beds are generally made of cast Iron in one body, but in case of the long beds for multi-cylinder engines, They are sometimes manufactured separately. There are various types in bed construction. Fig 1 and 2 are the sketches of typical bed construction and bed

Sketches of typical bed construction)



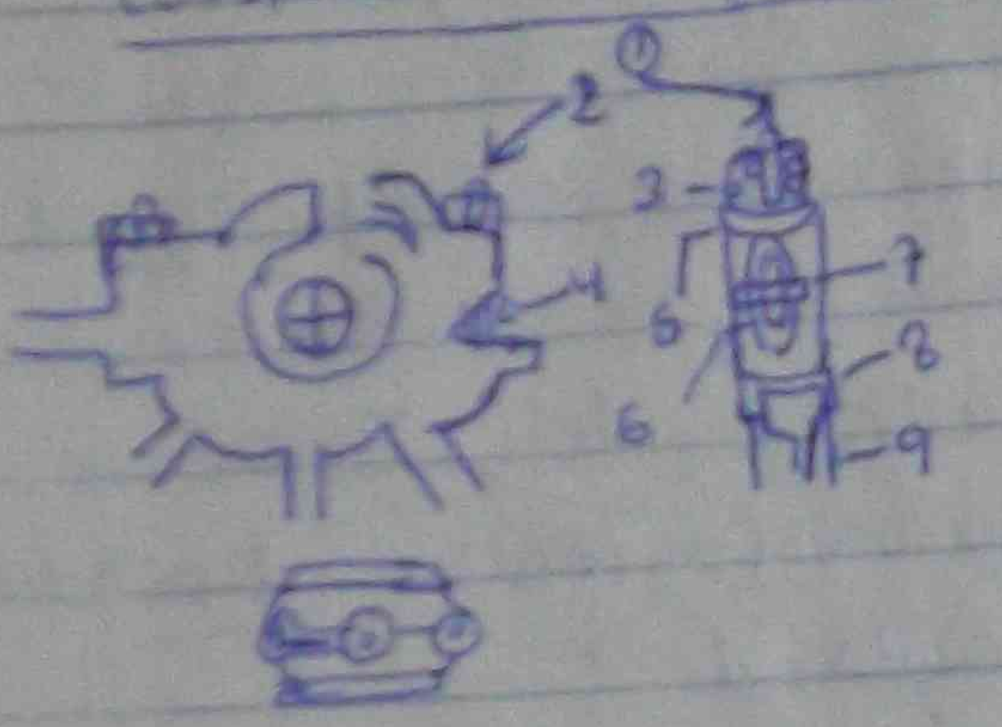
Typical bed construction



Typical bed fitting

On the other hand main bearing are usually made of forged steel or cast steel. and they are fixed on the centre line of beds. moreover, on the bearing surface of main bearings, bearing metal is cast so as to be able to endure crankshaft rotation Fig ③ the section diagram of typical main bearing. Besides see the relevant diagrams as shown before in paragraph.

construction of typical main bearing



1/ lubricating oil inlet
2/ clamping stud bolt
3/ cap
4/ set pin
5/ white metal
6/ oil groove
7/ liner
8/ back metal
9/ bed.

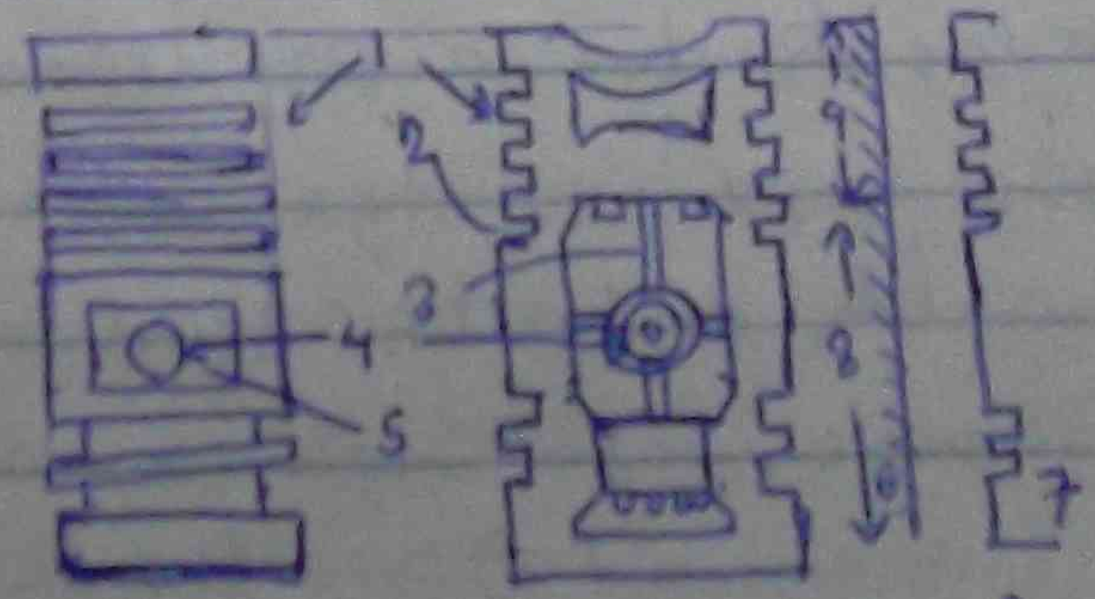
9 moving parts of diesel engines

The moving parts of diesel engines mean the moving parts which convert explosion force within cylinders rotation forces of crank shafts by moving in connection with piston, such as piston, connecting rod, crank shafts and others (see paragraph, and the crank and material employed on main parts as follows, Besides as to the construction of these parts, see the relevant diagrams shown before in paragraph and others together with the following additional diagrams.

1 Pistons Generally in low speed and medium speed engines, the piston made of cast iron are used but in high speed engines, sometimes those made of aluminium alloy are used to make them light weight. moreover in large engines, only piston crown are made of heat resistant and pressure resistant cast steel or forged steel and construction is such that cooling water or oil can be circulated.

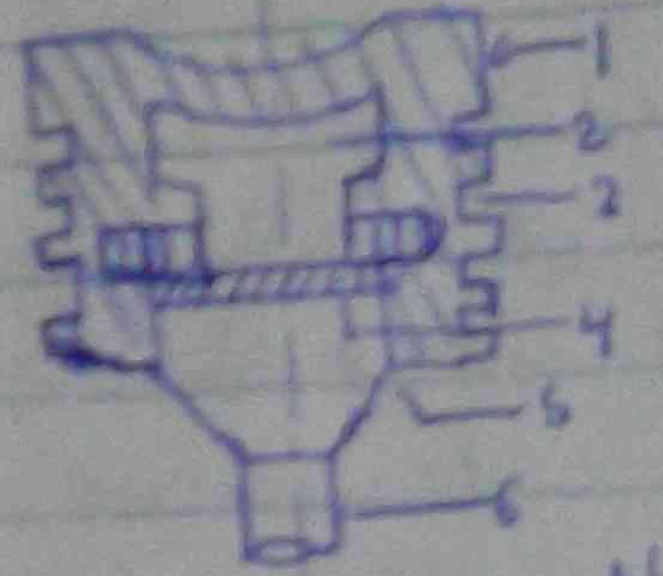
As for the type of pistons, there are trunk piston and cross ~~type~~ head type. Fig 1 to 4 are section or appearance diagrams showing the out line of construction of typical pistons for trunk piston type and cross head type engines (in case of 4 cycle cross head type, two cycle cross head type and 3 and uniflow two cycle cross head type) respectively. Besides, see the relevant diagrams shown before in paragraph.

Out lines diagrams of construction of typical pistons for trunk piston type and cross head type diesel engines



1/ piston ring groove 2/ oil plate
3/ Grand plate against
4/ piston pinhole 5/ waste
6/ cylinder liner 7/ piston
8/ cylinderical part 9/ conical part

1 Trunk type piston 4

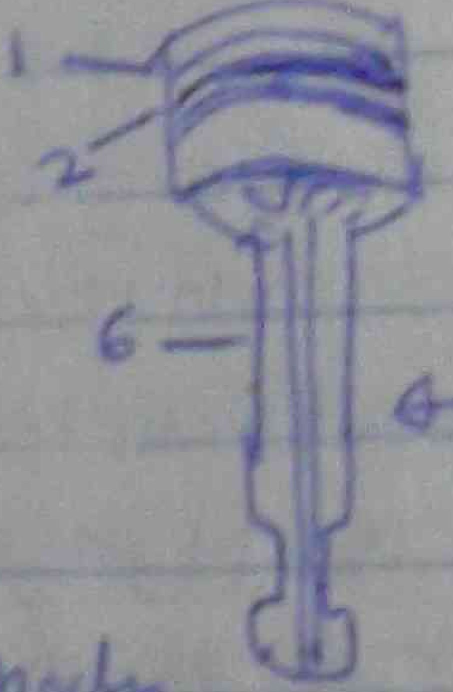


1| Piston 2| cooling water Jacket
3| Piston ring groove
4| cooling water Jacket cover
5| Piston rod clamping bolt.
6| piston rod 7| cooling water outlet
8| cooling water inlet.

② 4 cycle crosshead type Piston

③ Two cycle crosshead type Piston

1| piston 2| Piston ring groove
3| cooling water Jacket 4| Piston body
5| piston clamping bolt 6| piston rod 7| piston skirt clamping bolt.



④ B&W Uniflow two cycle crosshead type piston

② Piston Rings

Piston rings ~~are~~ are made of cast iron of good quality and prevent leak due to the compression of air and the explosion and expansion of gas within cylinders. And occasionally the outer sliding surfaces of piston rings are plated with chrome to protect from wear. Table ① and ② are the table showing the cutting gap of piston rings (usual pressure) and the clearance of piston ring grooves respectively adopted in general.

Table of cutting gap of piston ring (usual pressure)

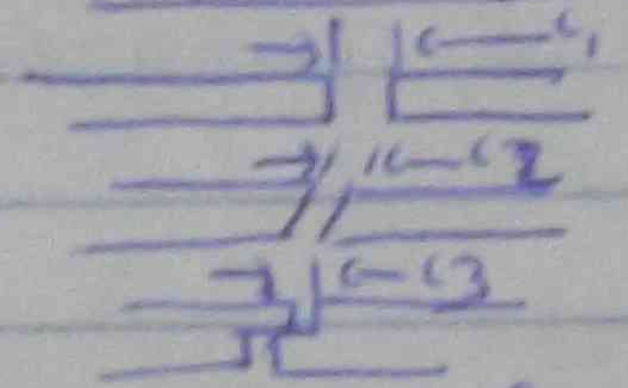


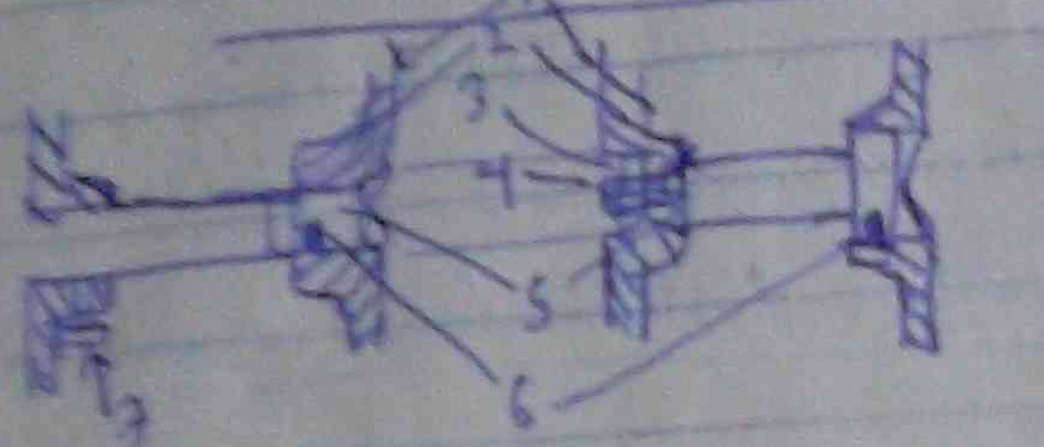
Table of clearance of piston ring grooves (mm)

Position of Piston grooves (from top downward)	Clearance (mm	
	cylinder bore 200 → 400mm	cylinder bore 400 → 600(mm
1 and 2	0.02	0.127
3 and 4	0.05	0.02
5 and below	0.026	0.05

③ Piston pins

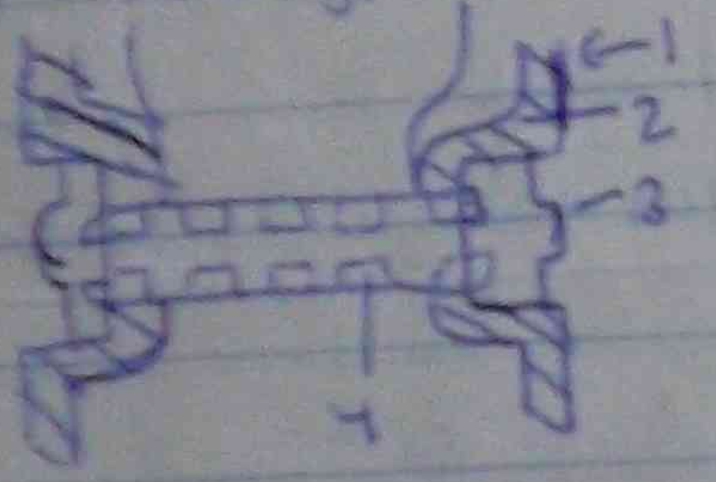
Piston pins are made of carburized and hardened forged steel (surface hardness, shore 75° → 85°) and they are important component in case of trunk type piston. As for the types of piston pins there are fixed type and floating type. fig 1 and 2 are the section diagram showing the construction and fitting of piston pins. Besides see the relevant diagrams shown before in paragraph.

construction and fitting of piston pin.



1/ piston 2/ Boss 3/ washer
4/ clamping bolt 5/ piston pin
6/ key 7/ Tap bolt.

① Fixed type piston pin ↑



1/ piston
2/ Boss
3/ cover
4/ piston pin

② Floating type piston pin ↑

④ connecting rods and their upper and lower bearings.

connecting rods are usually made of forged steel but in small engines, some of them are made of forged steel. futhermore, in high speed engines some of them are made of aluminium alloy to make them light.

crank pin bearings of lower parts (or big end and cross head pin bearings of upper parts or, small end) are made of forged steel or cast steel and bearing metal is cast or bearing surface And piston pin bearings of upper parts (or small end in trunk piston type engines) are usually made of heat resistant phosphor bronze.

moreover, their tightening bolts are usually made of forged steel, but in case of high speed engines sometimes they are made of nickel chrome steel.

As for the types of connecting rods (including upper and lower bearings, and their tightening bolts) there are trunk piston type and crosshead type. fig 1 and fig 2 are the section diagrams showing the construction of connecting rods with upper and lower bearings for typical trunk piston type and crosshead type engines respectively. Besides, see the relevant diagrams shown before in paragraph.

In addition, as for the bearing clearance for piston pin and crank pin bearings, the suitable clearance are generally obtained from following formulas.

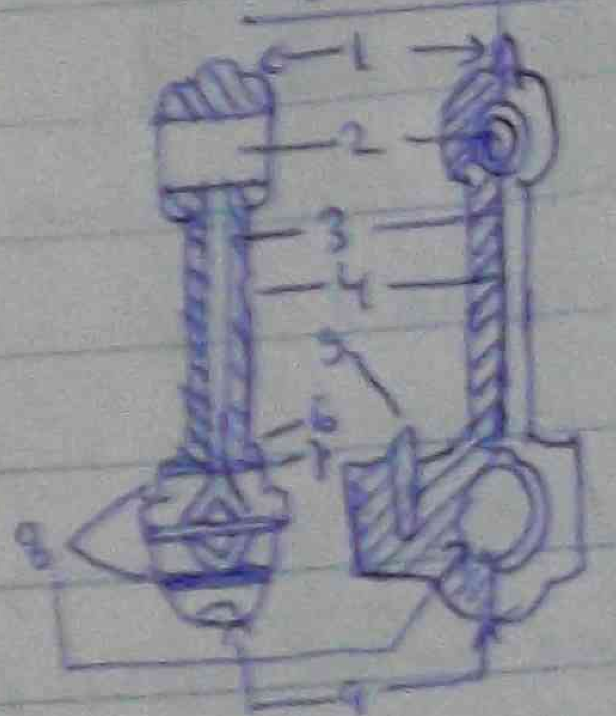
For piston pin bearings = $\frac{1}{1000}$ x diameter of piston pin

for crank pin bearings = $\frac{0.8 \sim 1.2}{1000}$ x diameter of crank pin.

and the standard clearance widely adopted for piston pin and crank pin bearing of small engines are as shown

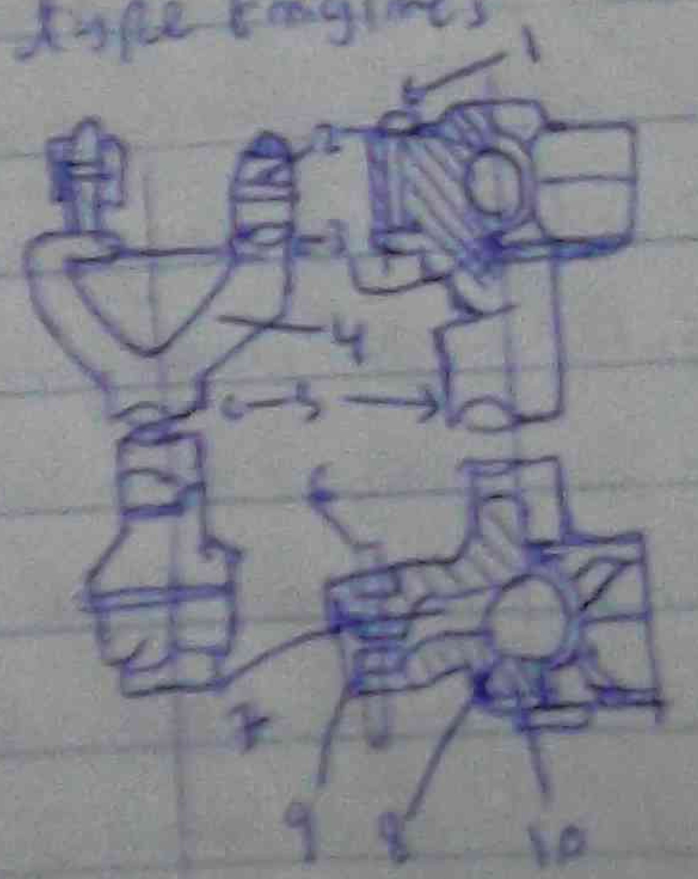
in table 1 and 2.

construction diagrams of connecting rods



1/ Bearing cap hole, 2/ piston pin bearing
3/ lubricating oil passage
4/ connecting rod 5/ crank pin bolt
6/ foot liner 7/ upper crank pin bearing
8/ white metal 9/ lower crank pin bearing.

(1) construction of connecting rod for trunk piston type Engines



1/ crosshead pin bolt 2/ upper crosshead pin bearing
3/ lower crosshead pin bearing
4/ fork end of connecting rod
5/ connecting rod
6/ crank pin bolt
7/ foot liner 8/ upper crank pin bearing
9/ white metal 10/ lower crank pin bearing

(2) construction of connecting rod for crosshead type engine

1/ standard clearance for piston pin bearings (small engine)

Power output per cylinder (PS/cyl)	diameter of piston pin (mm)	standard clearance mm
20 → 50	80 → 90	0.08
50 → 70	105 → 115	0.10
70 → 100	130 → 140	0.13
100 → 150	145 → 170	0.14

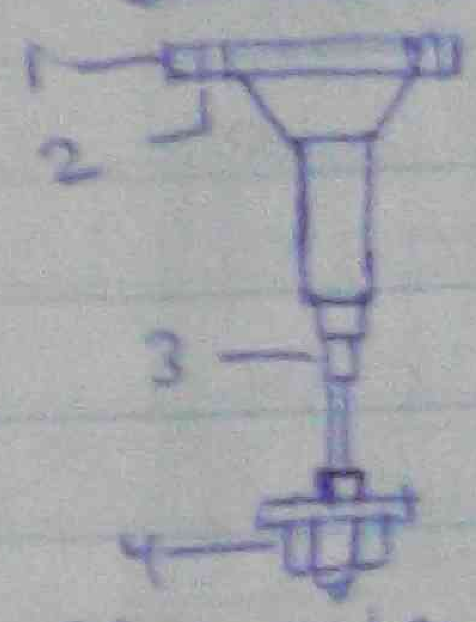
2/ Standard clearance for crank pin bearings (small engine)

power out put per cylinder PS/cyl	Diameter of crank pin (mm)	Standard clearance (mm)
20 → 50	120 → 170	0.09 → 0.1
50 → 70	170 → 210	0.11 → 0.13
70 → 100	210 → 220	0.14 → 0.16
100 → 150	220 → 290	0.15 → 0.2

(5) piston rods

piston rods are made of forged steel of good quality or nickel steel, and they are important in case of crosshead type engines. As for the construction of piston rods, see (1) and others, and fig is the diagram showing the general view of typical piston rod in single acting engines.

section of typical pistonrod singleacting acting diesel engine



1/ Piston fitting flange
2/ reamer bolt hole
3/ crosshead attaching part
4/ cross head tightening nut.

6/ crosshead and crossheadshoes

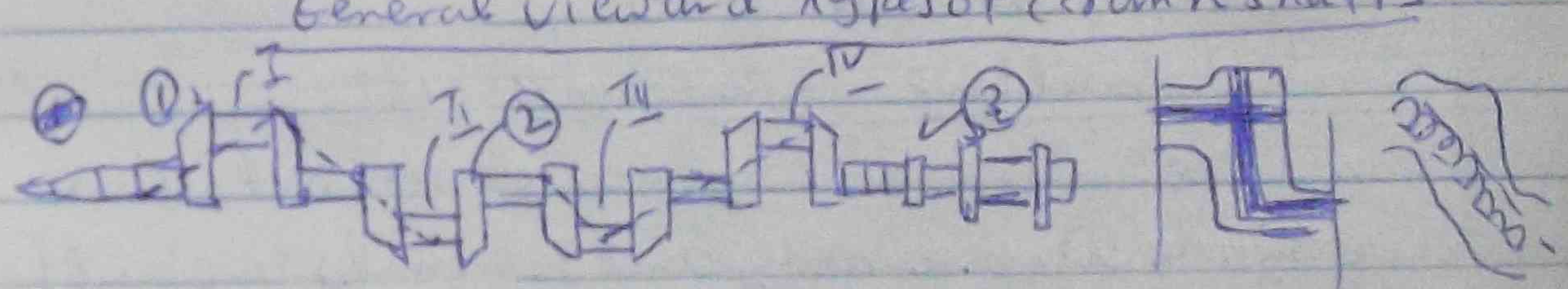
Crossheads are usually made of forged steel or nickel steel while crossheadshoes are made of caststeel and white metal is cast on their sliding surface

These are important components together with piston rods in case of crosshead type engines Besides, see paragraph described before.

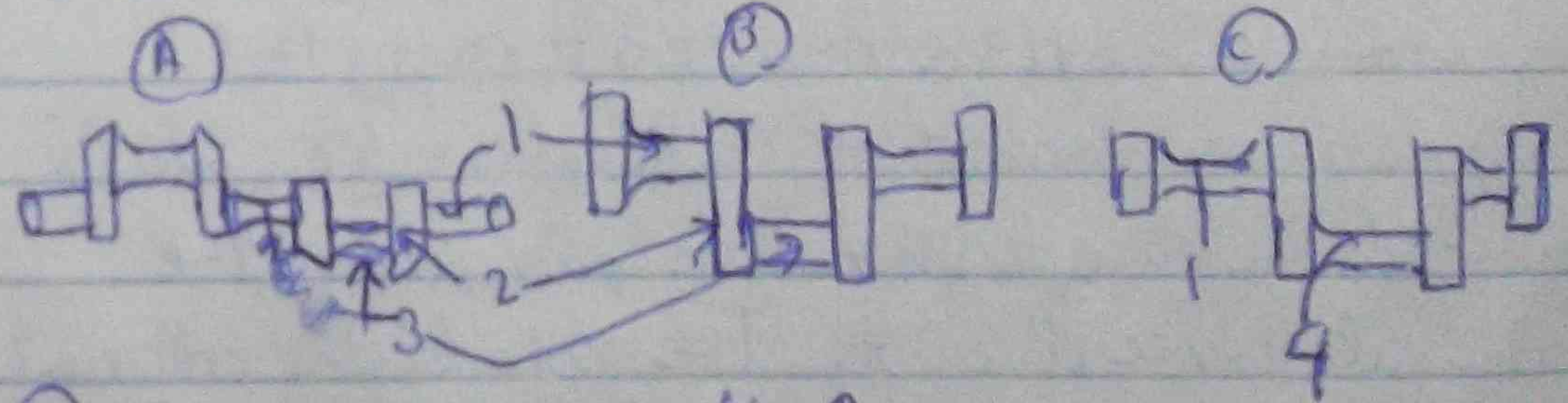
7/ crankshaft

Crankshafts are the important component of diesel Engines, and are generally made of forged steel but sometimes made of nickel -chrome steel or chrome molybdenum steel. In the engines with cylinder bore 600mm. they are generally made in one body as shown in fig 1 and 2 A but in the engines larger than those, crank shafts are builtup type by shrinkage fit, because forging and other production workings become difficult. Different points in one body (or solid type) and builtup type crankshafts are shown in fig 2.

General view and types of crankshafts



4 General view and lubricating oil passage of solid type crankshaft.



② Types of crankshafts 4

① flywheel attaching part ② lubricating oil passage ③ Thrust collars (one body with crank shaft)

② 1/journal 2/crank arm 3/crank pin 4/crank

A: One body type crankshaft

In these crankshafts, crank arms, crank pins and Journal are forged with one steel bar.

B: built type crankshaft

In these crankshafts, crank arms, crank pins and Journals are manufactured separately and they are built up by Shrinkage fit.

C: partial built up-type crankshaft

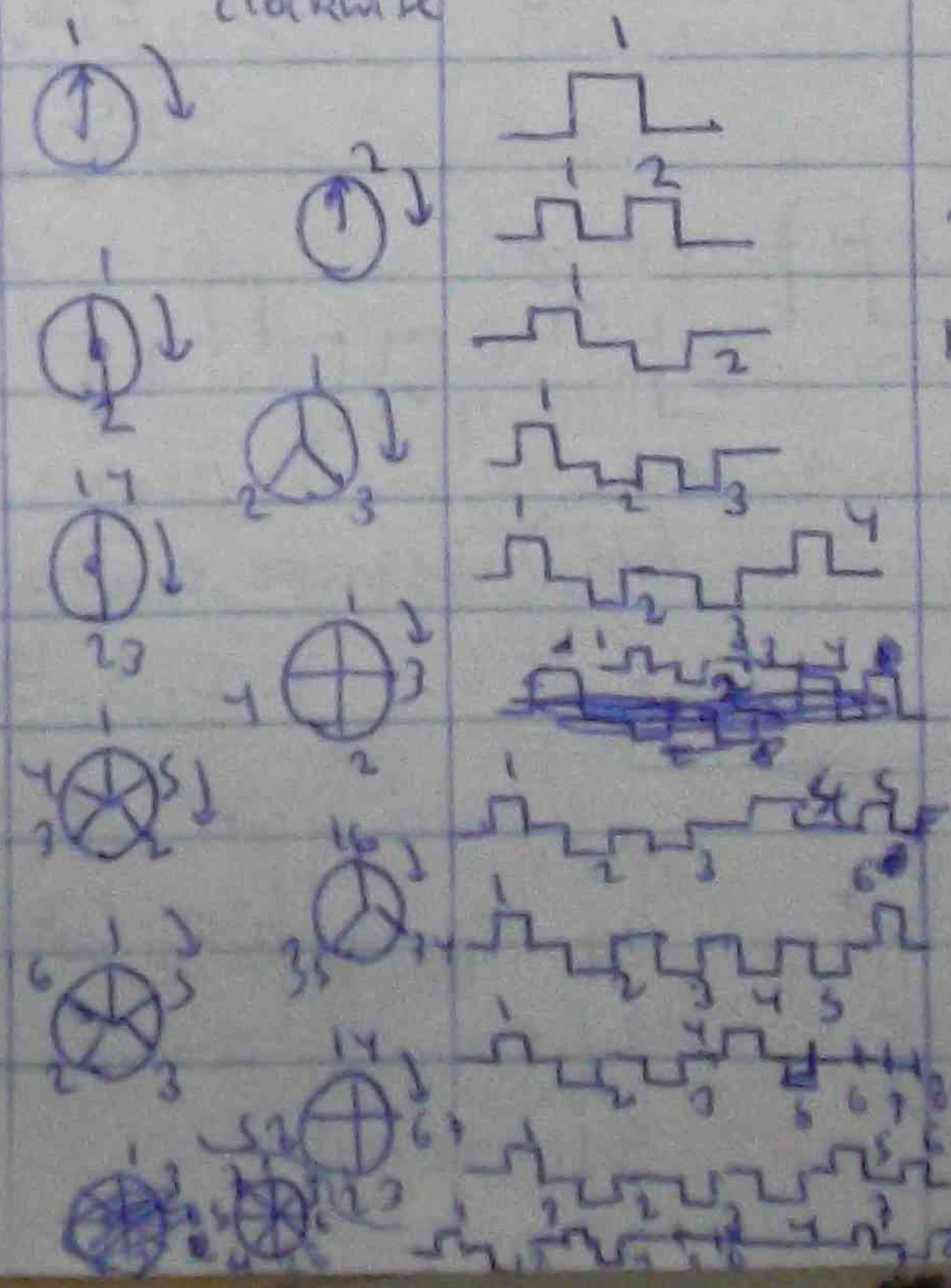
In these crankshafts, crank arms and crank pins are made in one body and Journals are built up by shrinkage fit.

Besides, in the crankshafts of built up type crank arms are often made of cast steel.

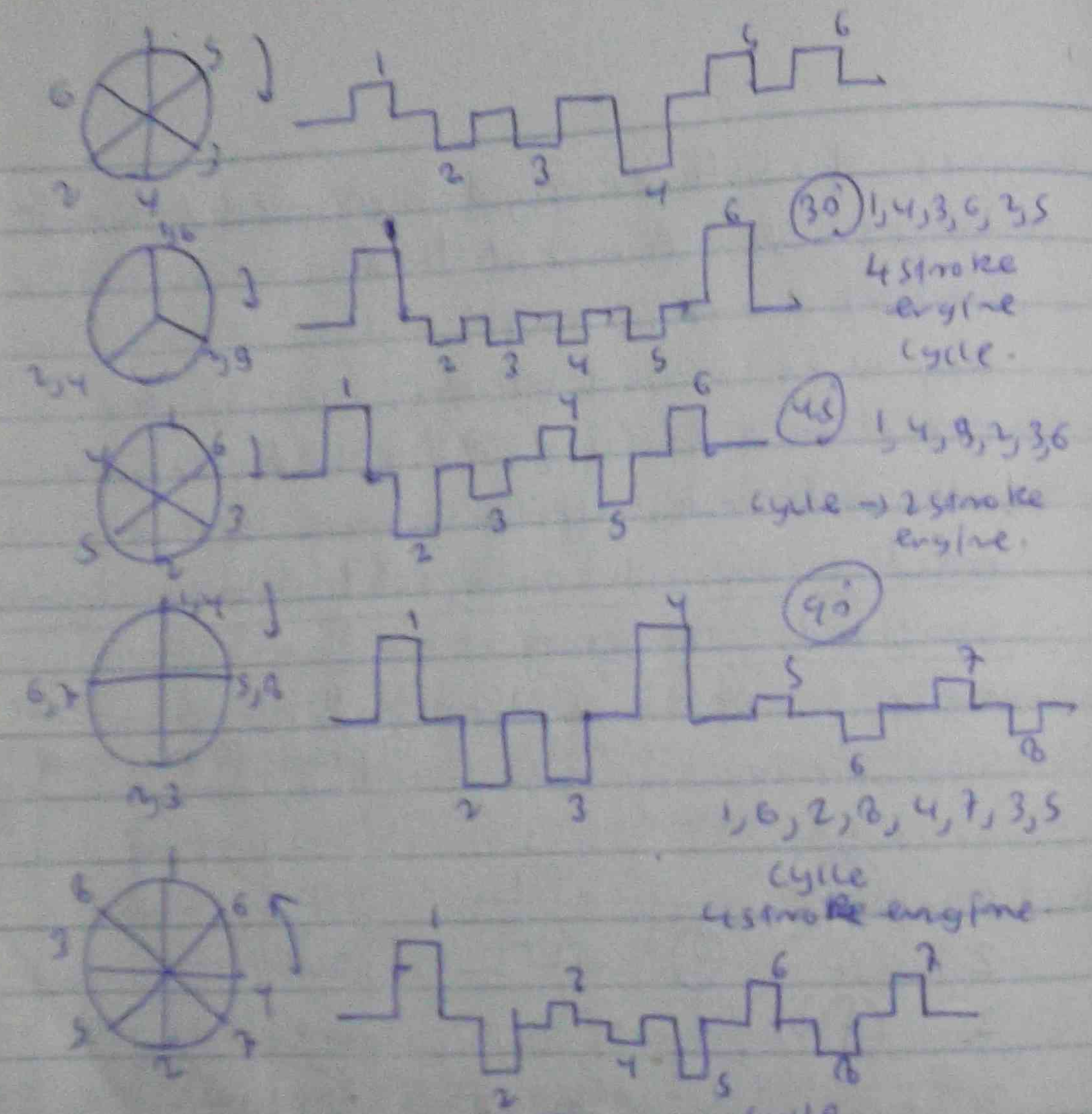
When a number of ~~cy~~ cylinders is small in order to release vibration caused by the centrifugal force due to the rotation of crank shaft balance weights made of cast iron or cast steel are attached to the part of crank arms opposite to crank pin as shown in fig. but balance becomes good in case of the engines with six cylinders or more, therefore the case of using balance weights is rare. However in small, high speed engines, the balance weights are used in almost all cases, even in case of the engines with six cylinders or more.

Fig is the section diagrams showing the construction and fitting of flywheels, Besides see the relevant diagrams shown before.

relation among the arrangement of cranks crank shaft and fitting order



No: of cylinder	Arrangement of cranks: crank position clockwise / crank order	4 cycle: crank angle	4 cycle: firing order	2 cycle: crank angle	2 cycle: firing order
1					
2		360	1→2		
2		180	1→2	180	1→2
3		240	1→3,2	120	1-2-3
4		180	1-2-4-3		
4				90	1-4-2-3
5		144	1→3→5-4→2		1-4-3-2-5
6		120	1-5-3-6-2-4		
6				60	1-6-2-4-3-5
8		90	1-5-2-6-4-8-3-7		
8				45	1-7-3-4-[illegible]



(30°) 1,4,3,6,3,5
4 stroke engine cycle.

(45) 1,4,8,2,3,6
cycle → 2 stroke engine.

(90°) 1,6,2,8,4,7,3,5
cycle
4 stroke engine

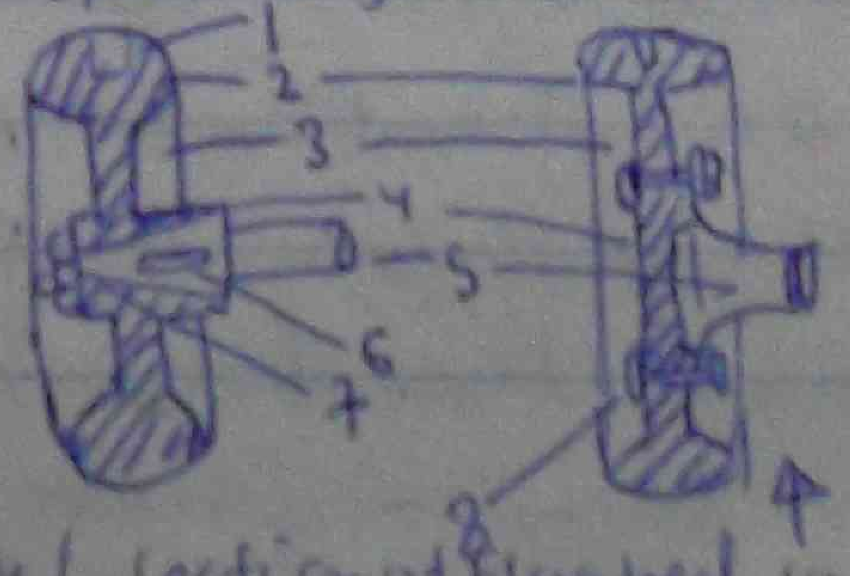
cycle
(45°) 2 stroke engine
1.6.4.7.2.5.3.8.

Attaching format Balance weight

1/ Balance weight
2/ Tigthening bolt
3/ Cramk arm
4/ cramk pin

As number of cylinders increases and cramk shaft become long, torque balancing turns out to be complex and the relation among the arrangement of cramks crank angle and firing order becomes more and more important problem. Table shows the relation. Accordingly crank angle and firing order in this table are decided so that explosion occurs subsequently in distant cylinders at equal angle intervals so as explosion shock in adjacent cylinders does not occur in successive firing order.

⑧ Flywheel usually flywheels are made of cast Iron but in case of high speed engines and large engines, those made of cast steel or forged steel are used frequently moreover, the size of flywheels must be larger in case of two cycle engines and in case of small number of cylinders than the case of large number of cylinders respectively.



1/ Turning rod hole 2/ Rim
3/ Arc 4/ Boss 5/ Crankshaft end
6/ Key 7/ Tigthening bolt
8/ coupling bolt

Fig/ section of flywheel coupled with crankshaft

** constituent ancillary equipments of diesel Engines **

Here ancillary equipments mean the machinery and equipments which constitute part of construction and together with the main parts of engines ~~and~~ and ~~together with main parts of engines~~ and the share ~~together with main parts of engine~~ and the function of the engines, accordingly the independent machinery and equipments driven by other power than the engines themselves are excluded.

Among these ancillary equipments, those important are as follows. moreover, the independent machinery and equipments driven by other power are described later as auxiliary machinery in engine departments.

(10) Fuel Pumps

Fuel pumps are very important equipments for diesel engines, and quality of their operation affects largely the performance of the engines directly. A present in most cases, plunger type fuel pumps are employed, and fuel pressure in case of air less injection is about 300 → 500 kg/cm². In case of spill value type are used frequently. And in such case attention to the following matters is required for the operation of these pumps because ~~of~~ they are high pressure precise equipment.

(a) In case of spill value type fuel pumps.

Breaking of plunger springs leakage from suction, discharge and spill valves, wear and stick of plunger, crack in pump body etc.

(b) In case of Bosch type fuel pumps.

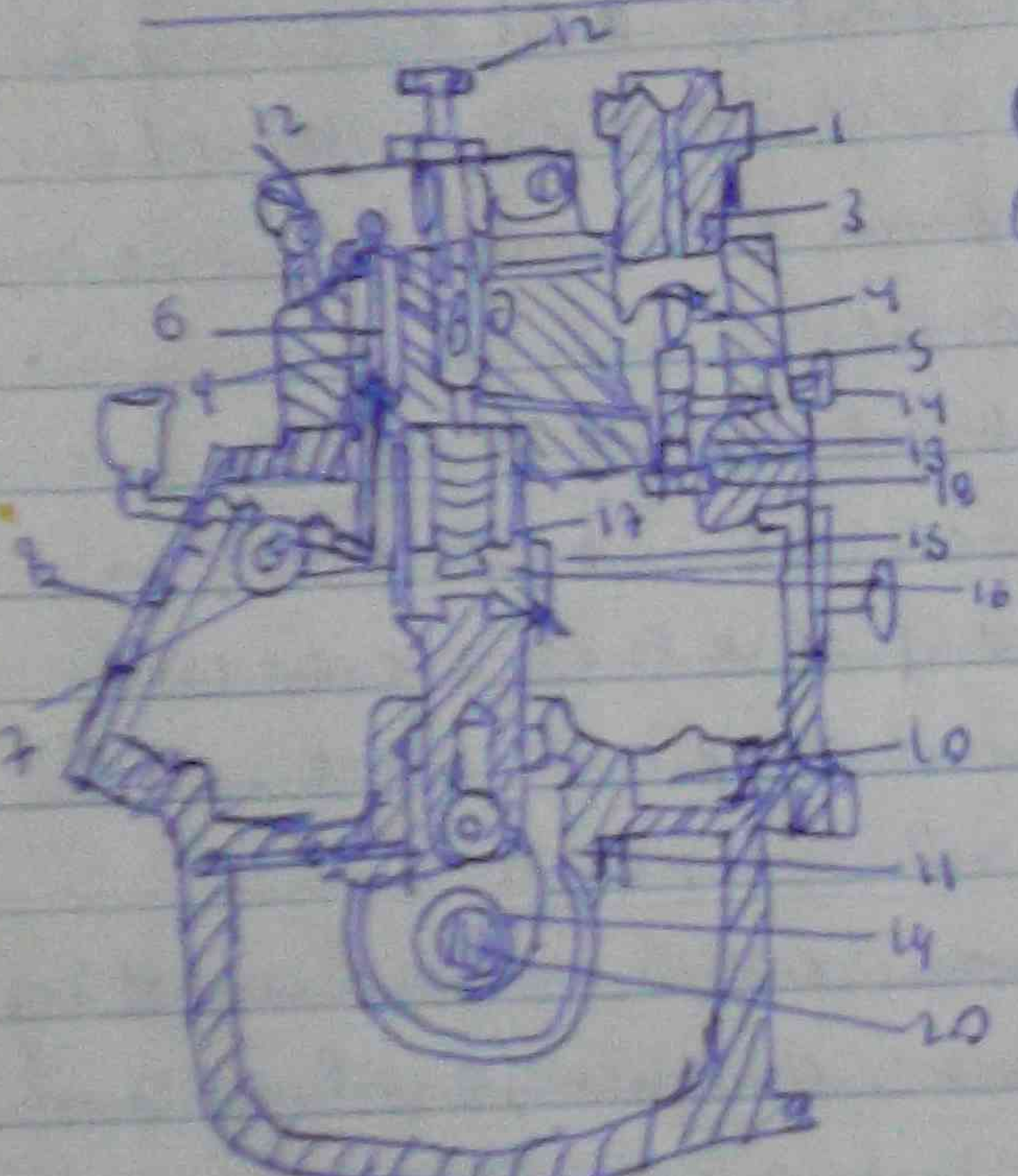
Breaking of plunger springs, wear and stick of plunger; leakage from discharge valves and breaking of discharge value springs etc.

moreover, the out line of construction and the name of main parts are as shown in section diagrams fig.

(1) spill v/v type fuel pump

The spill valve type fuel pumps consists of plungers, suction and discharge valves, spill v/v to control the amount of injection oil, and other related parts. In these pumps, fuel oil is sucked by → down stroke motion of plungers and in upward

Fig1-1 section diagram of fuel pumps (or) fuel (injection pumps) for diesel Engines

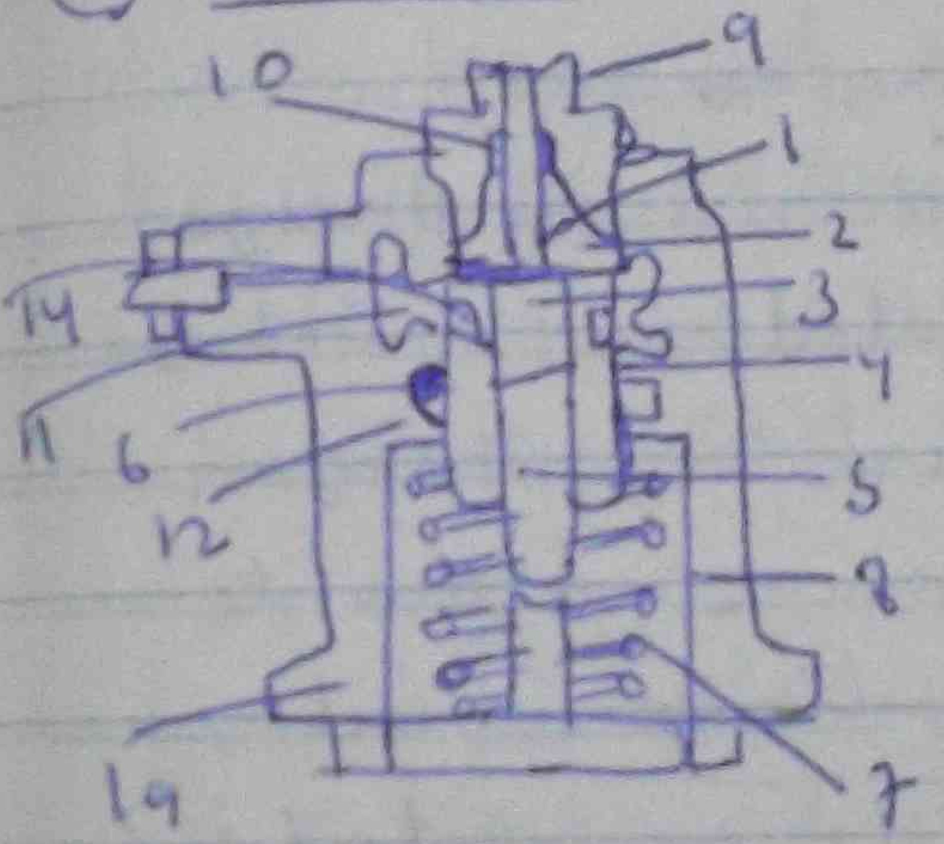


① discharge pipe joint
② spill v/v arm ③ spill v/v
④ discharge v/v spring.
⑤ discharge v/v ⑥ push rod of spill v/v.
⑦ eccentric shaft
⑧ eccentric strap ⑨ push rod spring of spill v/v
⑩ roller guide
⑪ fuel roller
⑫ Adjustable threaded of spill v/v

⑬ suction v/v ⑭ suction v/v spring | ⑮ barrel ⑯ plunger ⑰ 17 plunger spring ⑱ pump
⑲ fuel cam ⑳ cam shaft.

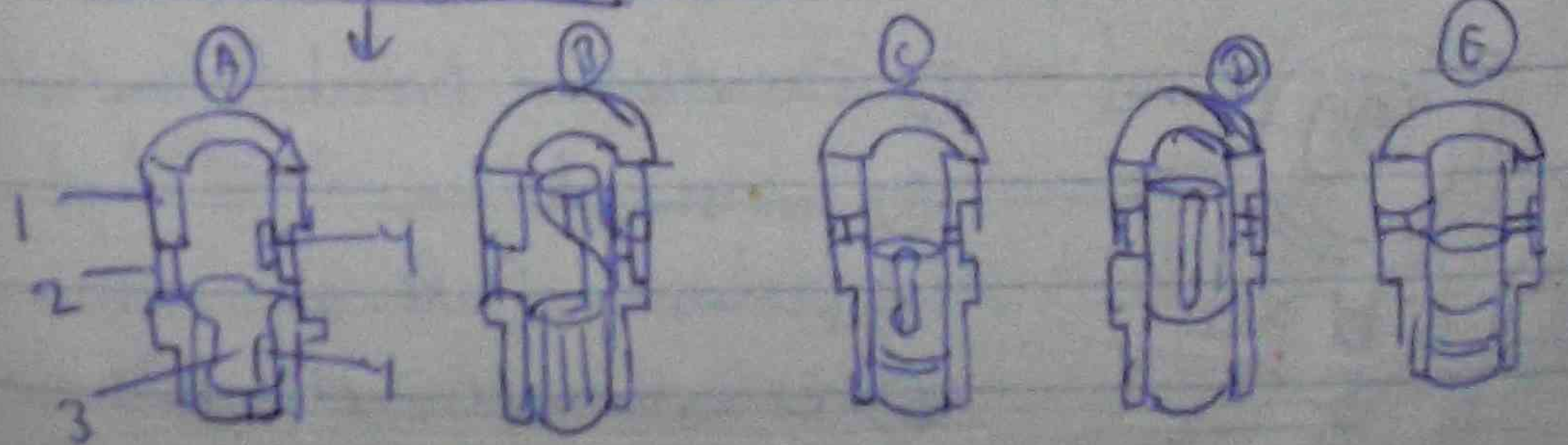
The spill valve type fuel pumps consists of plungers, suction and discharge valves, spill v/v to control the amount of injection oil. and other related parts. In these pumps, fuel oil is sucked by down stroke motion of plungers, and in upward stroke fuel oil is compressed to high pressure about 300 → 500 kg/cm²) and is discharged. exessive amount of fuel for engine is caused in cylinders.

② Bosch type fuel pump.



① discharge valve, ② gasket ③ barrel ④ spill hole ⑤ plunger ⑥ pinion ⑦ plunger spring ⑧ adjustable ring. ⑨ discharge v/v joint
⑩ Discharge v/v spring ⑪ Inlet port ⑫ rack of adjusting rod ⑬ Guide block (oil basin.

③ Plunger and barrel ~~for~~ of Bosch type fuel pump



① Barrel ② Inlet port ③ plunger ④ spill hole
⑤ vertical groove ⑥ spill groove
A, B → case of full discharge C → Injection start
D → Injection finish.

Cand D - case of half discharge (engine normal revolution)

However C → Injection start D → Injection finish

E - case of no discharge (engine stop).

The Bosch type fuel pumps consists of plunger discharge valves and other related parts. In these pumps, instead of suction valves, plungers turn so that their spiral grooves contact to spill holes to send fuel earlier or later and thus time of sending fuel is regulated and amount of injection also adjusted.

(4) Fuel pump of air injection engine

(1) Eccentric (fixed to cam shaft)
(2) crosshead
(3) plunger (4) lever
(5) Eccentric connected to adjusting handle
(6) discharge v/v (7) suction v/v
(8) oil basin (9) push rod.

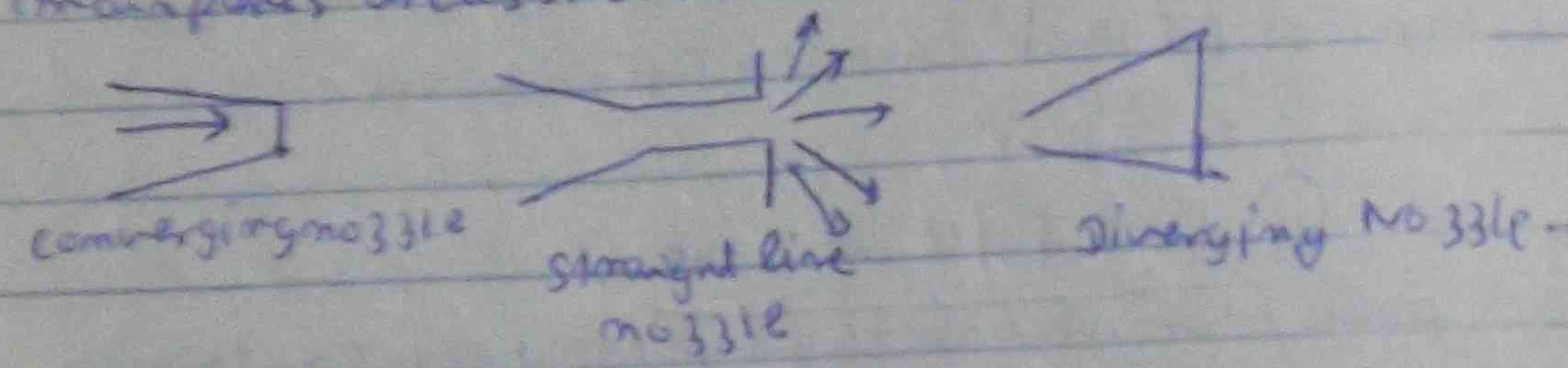
In these pumps, timing of injection and amount of fuel oil are regulated by closing earlier or later the suction valve, namely fuel oil, as plungers moving downward, is not compressed and is delivered to suction side as long as suction valves are opened. And when suction valves are closed the fuel oil is compressed and injected in cylinders.

(11) Fuel Injection valves

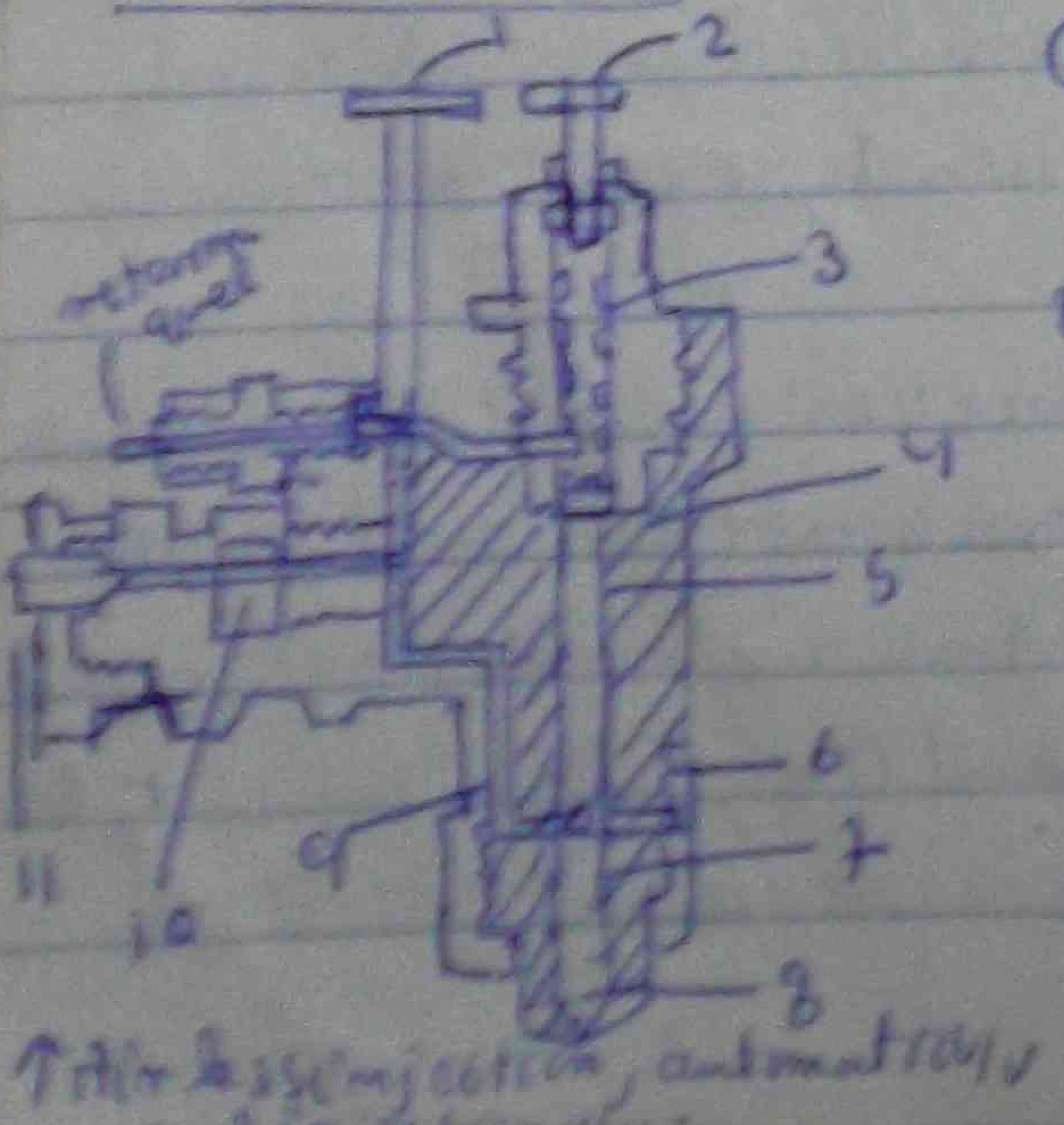
Fuel injection valves are very important equipment which play a role of injecting high pressure fuel fed from fuel pumps in to cylinders, making it fine mist. Formerly air injection type fuel injection valves are widely used, but at present airless injection type fuel injection v/v have been widely used.

Especially today the fuel injection valves of both automatic valve type and mechanical valve type have been widely used. Besides they are high pressure and heat resisting equipment, and then attention to the following matters is required for the operation of these valves.

Obstacles of frequent in fuel injection valves
wear, stick or leakage of nozzle, needle valves,
stopping of wear of injection nozzle holes,
Breaking or weakening of valve springs etc.
The outline of construction and the name of
main parts are as shown in Fig 1-5.



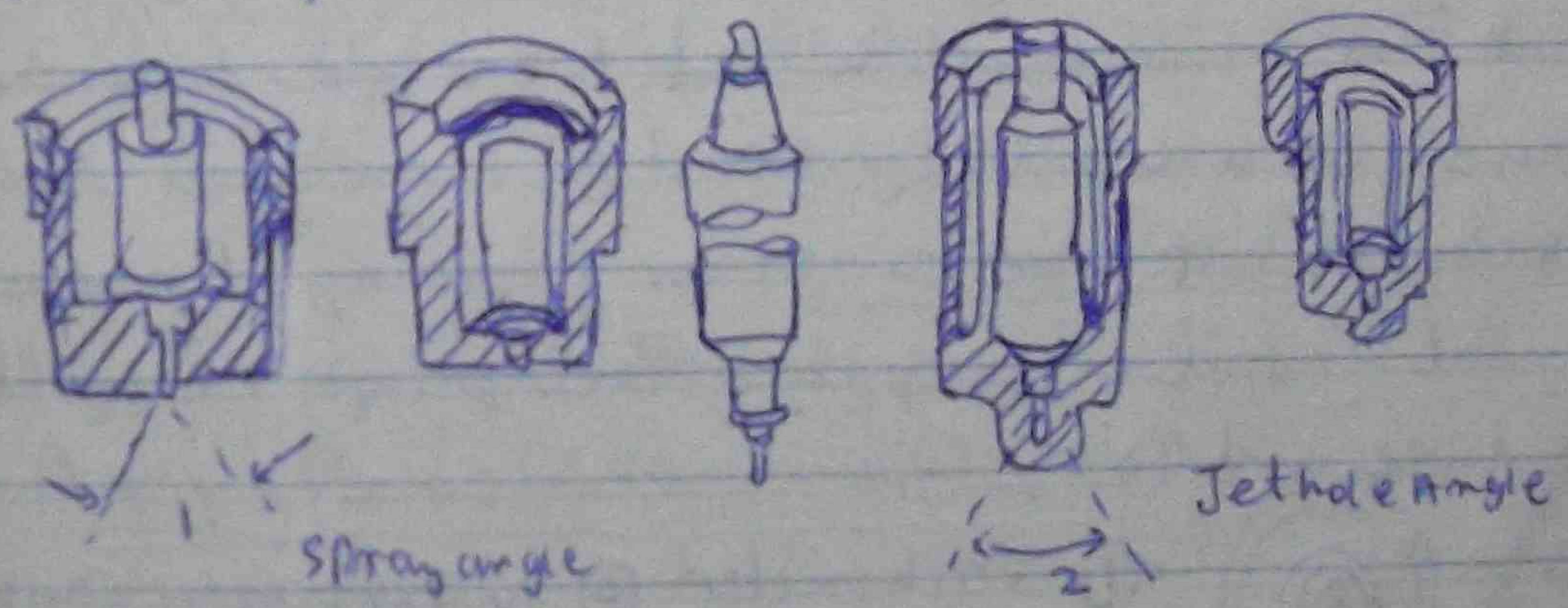
General construction diagram of fuel injection valves
for diesel engines.



1. Fuel (Inspection valve) (venting valve)
2. Pressure regulating bolt
3. Fuel valve spring
4. Fuel valve body
5. Pushrod
6. Nut fixing nozzle
7. nozzle
8. needle v/v
9. Fuel channel
10. Fuel filter
11. Fuel pipe

↑ Air less injection, automatic v/v Fuel injection v/v

High pressure oil from fuel pump reaches under the needle valve of nozzle and lifts the needle valve by over powering the force of spring pressing it down. Thus the fuel oil is injected. When oil supply from fuel pump stops, oil pressure drops. Therefore the needle valve closes and injection finishes. As described above, opening and closing of needle valve are carried out automatically by oil pressure, there fore it is called automatic valve type.



(A) → single hole nozzle (pintle type)
(B) → multiple hole nozzle (Hole type)

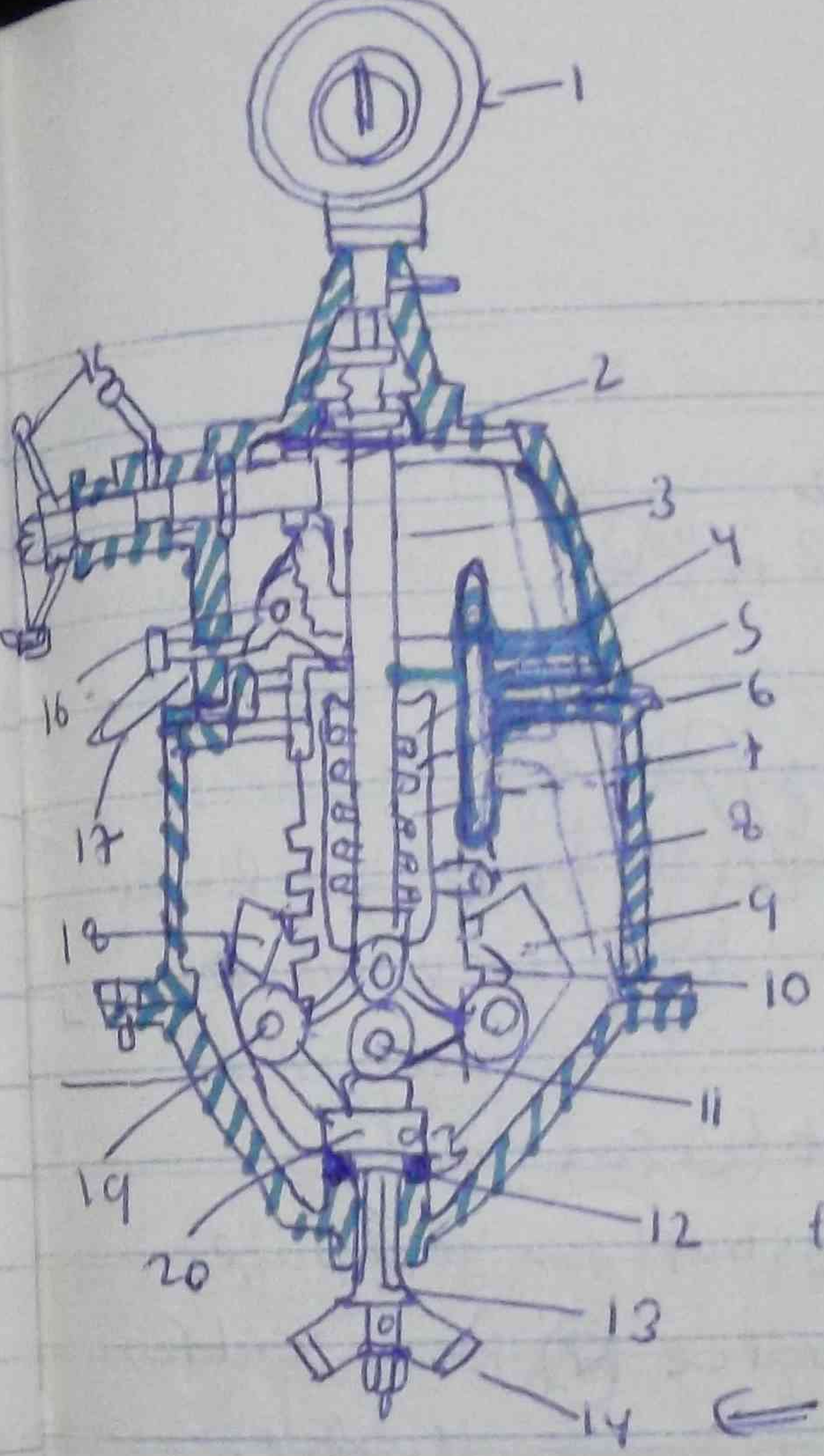
↑2 Automatic valve type fuel injection valve nozzle.

⑫ Governors

Governors are the equipment always acting on fuel pumps and regulating the rotating speed of engines automatically. As for their types, there are centrifugal type, hydraulic type, pneumatic type, and others, ~~Among linder~~ Among hydraulic type Governors are used in medium of large engines and pneumatic type governors are widely used in high speed engines. The out line of construction and the name of main parts are as shown in Fig 1 and 3. moreover Fig 4 and 5 are the out line diagram showing the method for regulating fuel oil supply of fuel pumps in spill valve type and Bosch type.

~~cen~~

① Tachometer ② nut of spring push lever
③ Tachometer driving shaft
④ spring push cap
⑤ spring band ⑥ case ⑦ spring ⑧ Guide arm
⑨ Dead weight ⑩ Thrust ball bearing ⑪ vertical shaft
⑫ Driving Bevel gear ⑬ speed regulating handle

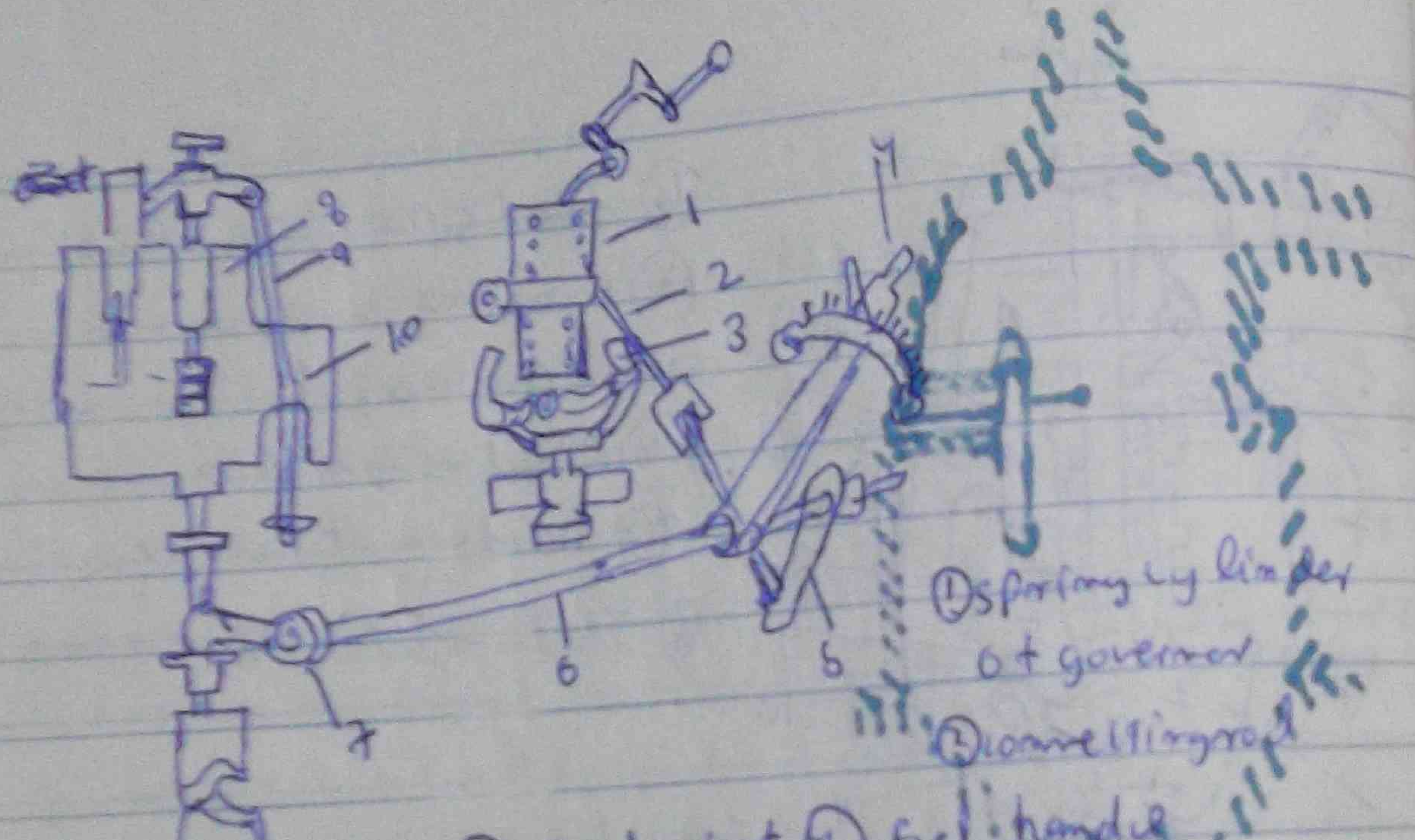


⑯ ~~speed~~ spring push lever
⑰ connecting rod
⑱ Dead weight
⑲ Dead weight pin
⑳ Dead weight holder.
㉑ Dead weight roller.

General construction diagram of three typical governors (centrifugal, hydraulic and pneumatic type)

Pneumatic type governor

The pneumatic type governors are those of the type that the variation of negative pressure in suction air is converted to the motion of fuel regulating lever with high sensibility through the action of diaphragm and spring. And this type governors are mostly employed in high speed engines (The out line of construction and the name of main parts are as shown in Fig 1 and 3 moreover Fig 4 and 5 are the out line diagram ~~shown~~,



① Spring cylinder of governor ② connecting rod

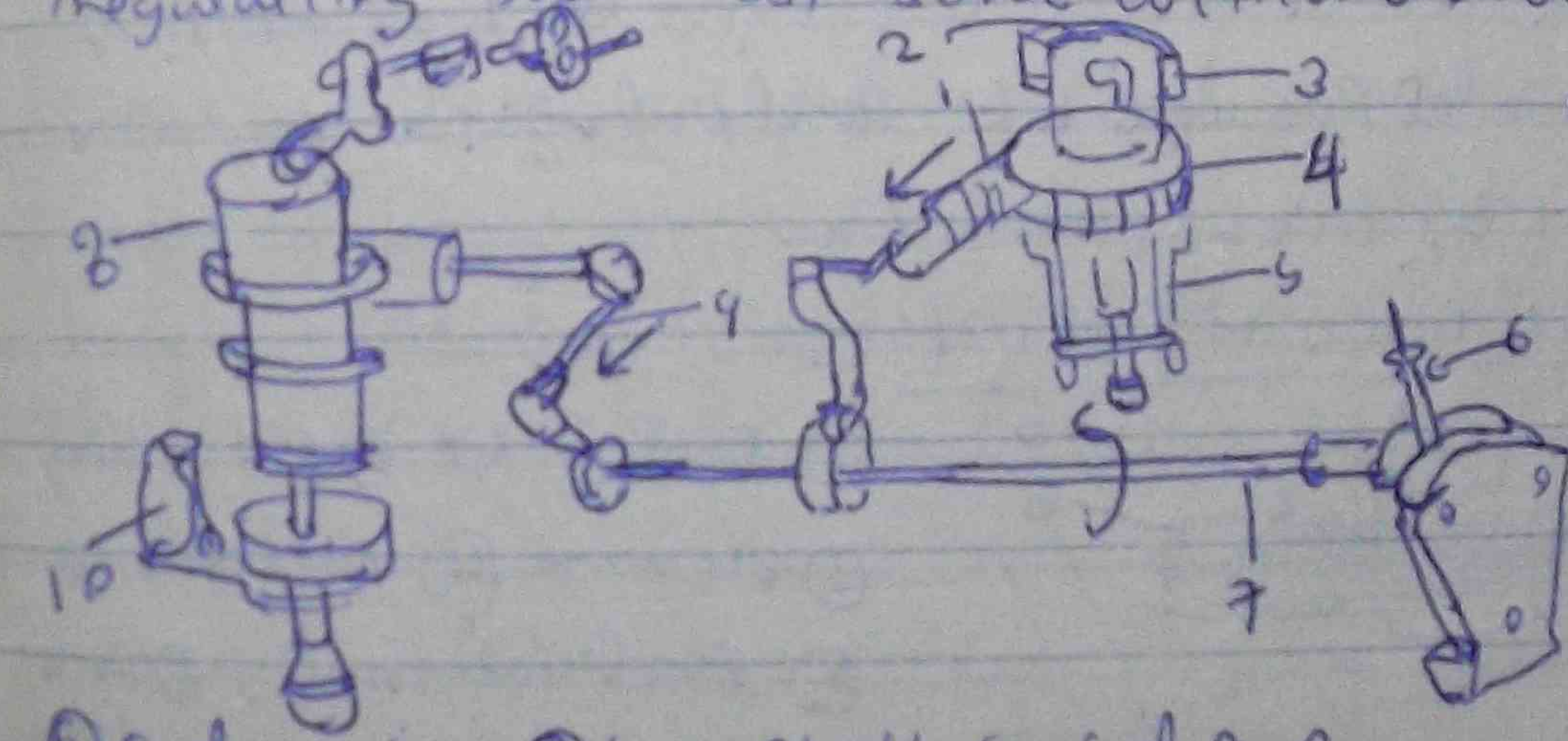
③ Dead weight ④ fuel handle

⑤ Fuel shut off arm ⑥ layshaft for fuel pump

⑦ eccentric ring ⑧ spill valve ⑨ Push rod for spill valve.

(4) Regulation of fuel oil supply in spill valve type fuel pumps

When the load of engine becomes suddenly light and number of revolutions rises, the revolution of governor connected with gears to crankshaft also rise and dead weight move away by centrifugal force. This action lifts the eccentric ring for spill valve of fuel pumps, accordingly the spill valve opens and discharged fuel quantity reduces, thus number of revolutions returns to original state and danger can be prevented. moreover, this diagram is the out line diagram showing the fuel regulating mechanism in centrifugal type governor, but you may understand the other fuel regulating mechanism in case of other type governors from this diagram, because the principle of fuel regulating is almost same with one another.



① Fuel regulating rack ② Barrel ③ spilling port ④ regulating pinion ⑦ plunger ⑩ Dead weight

⑤ Fuel handle ⑥ Lay shaft for fuel pump

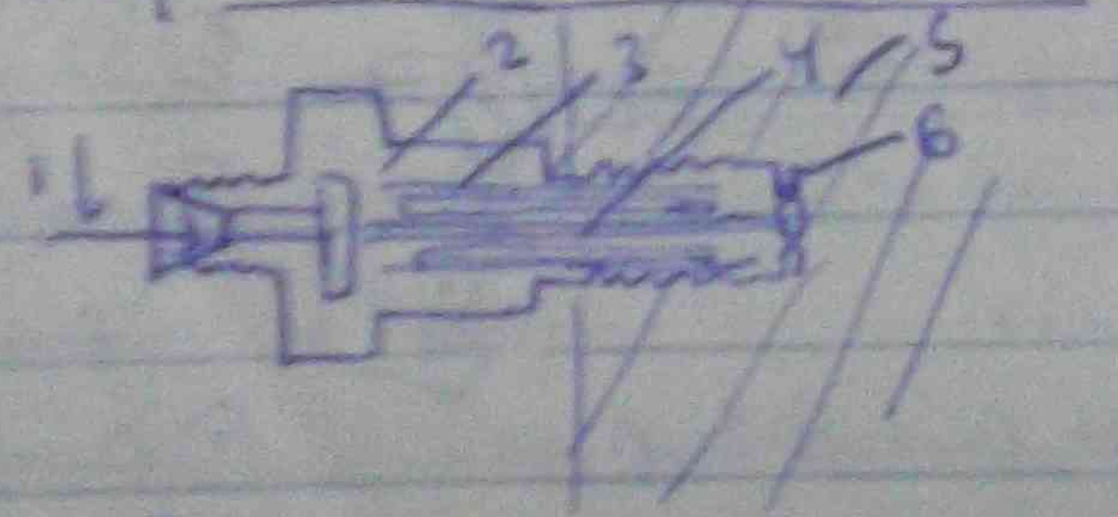
⑧ Spring cylinder of governor ⑨ connecting rod

Regulation of governor when revolution speed rises is same as described before, but fuel regulating rack is pulled out, and the notched groove of plunger is connected to spilling port earlier accordingly fuel escapes and discharged quantity reduces, thus number of revolutions returns to original state.

(13) Fuel Filters

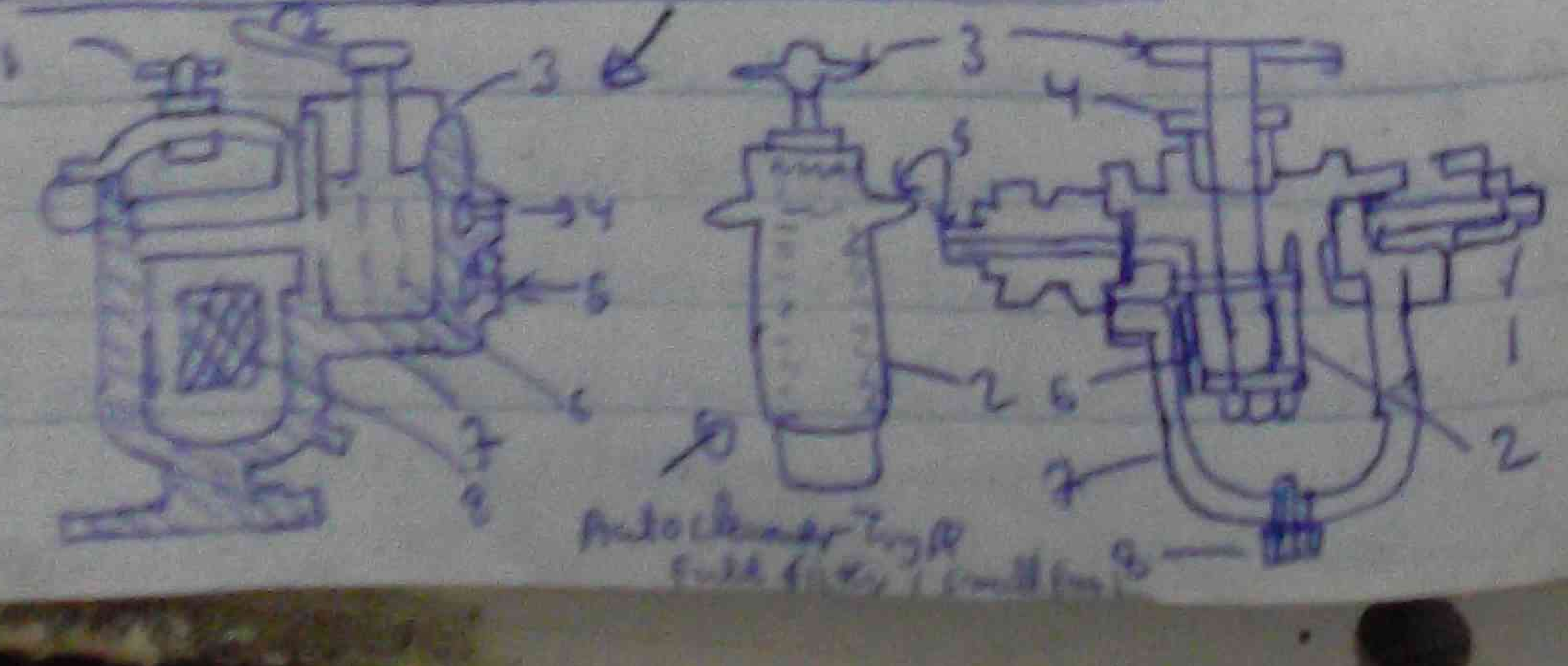
Inorder to eliminate ducts in fuel oil completely usually fuel filters are installed in about three places between fuel daily tanks and fuel injection valves, Accordingly the first filters are fitted out near the inlet of fuel oil pumps (sent of fuel day tank in the) and ~~besides the~~ ~~third filters~~ second filters are fitted out pumps and besides third filters are fixed to the situation and ~~fuel~~ inlet passage at fuel valve construction of fuel filters are as shown in.

2/ Fuel Filters of fuel valve.



(1) Fuel inlet (2) Filter casing (3) Element (4) Fuel passage (5) Fuel valve body (6) Packing

3/ ~~Change~~over gauze-wire type fuel filters



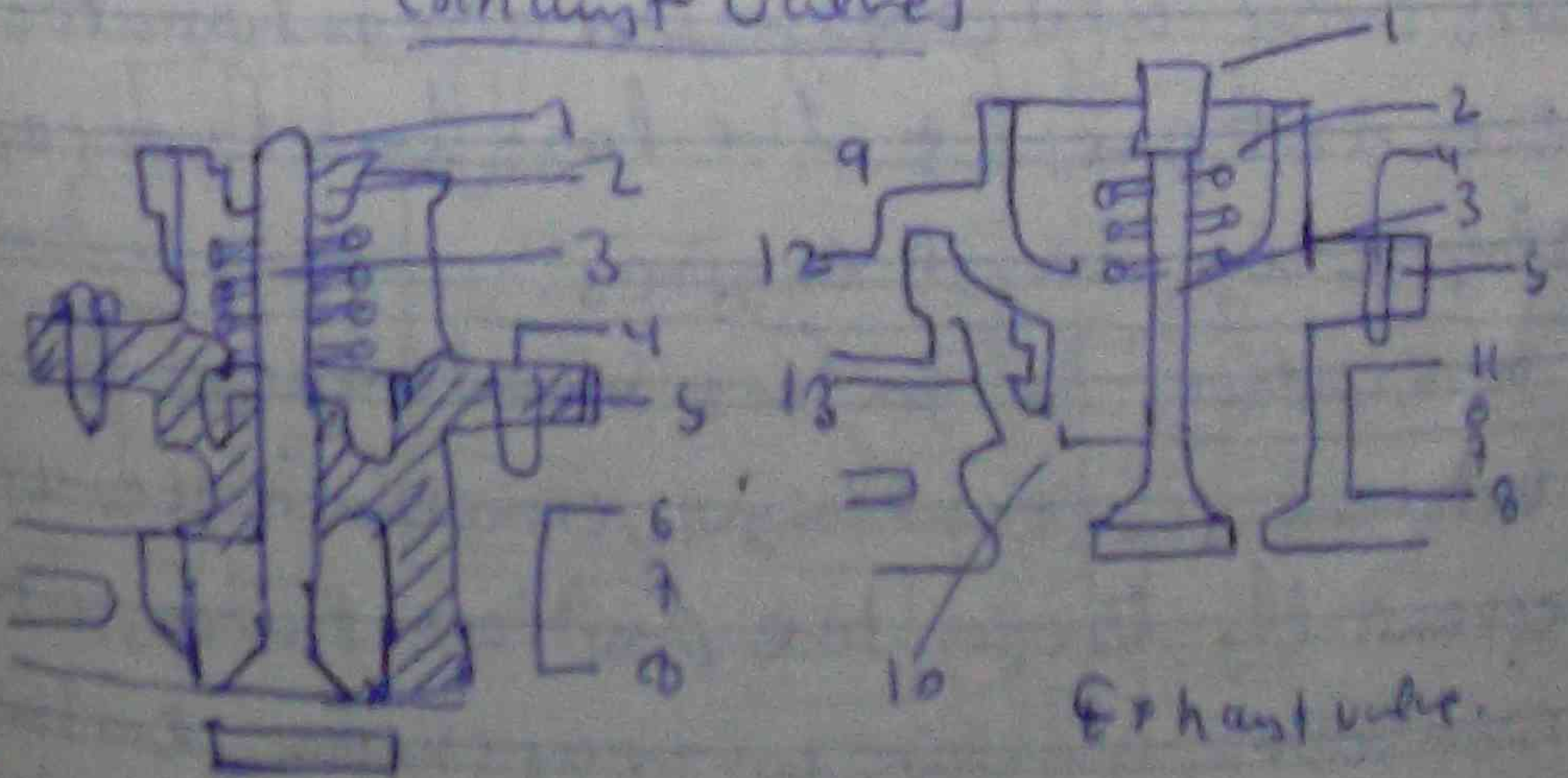
Autocleaner type fuel filter (Small type)

(14) Valves

Suction valves and exhaust valves

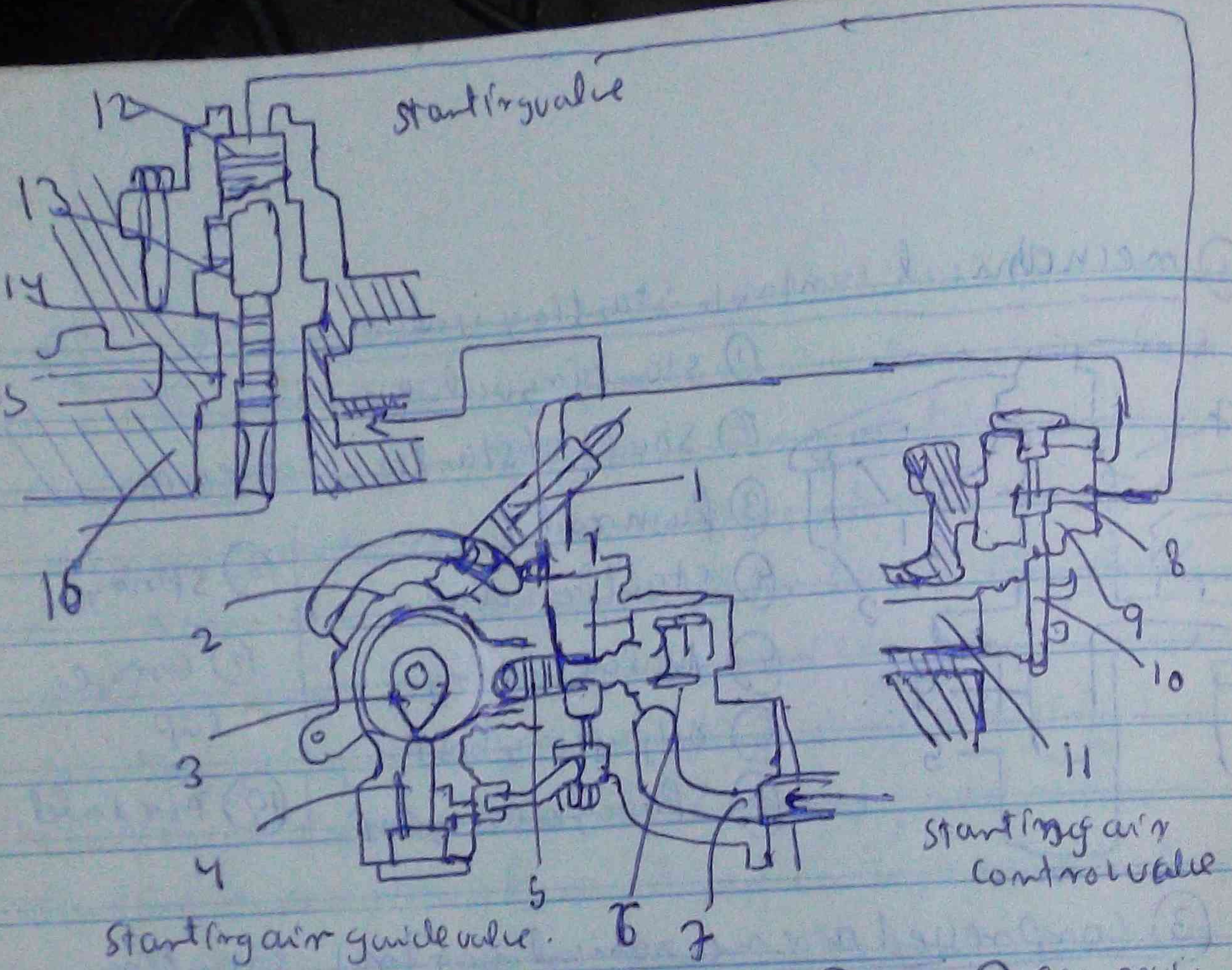
suction valves are those inletting air from the atmosphere into cylinders at right time and exhaust valves are those discharging combustion gas in the cylinders at right time, moreover, as the exhaust valves are exposed to high temperature combustion gas, they must be made of heat resistant and corrosion resistant material (such as silchrome steel or nickel chrome steel) and construction is such that cooling water or oil can be circulated. The general construction of these valves is as shown in Fig.

Fig cross sectional diagram of suction and exhaust valves



Suction valve

(1) Spring guard nut (2) Spring guard cap (3) valve (4) Set bolt hole (5) cylinder cover (6) V/v box (7) V/v seat (8) copper packing (9) spring (10) V/v guide (11) cooling jacket (12) cooling water (13) Rubber packing



(1) starting handle (2) starting situation (3) cam (4) escape v/v (5) starting guide v/v (6) spring (7) Air inlet (from air reservoir) (8) control v/v (9) spring (10) cam (11) cam shaft (12) plunger (13) spring (14) starting v/v (15) valve casing (16) cylinder cover.

This starting device consists of the following three functional parts namely starting air guide v/v, control v/v and starting v/v interlinking each other with air with air pipes as shown in this diagram. The compressed air from air reservoir is fed to starting v/v and control v/v by operating starting air guide v/v. And just as the control v/v is opened at right time by cam action, the starting v/v is opened successively by the pushing action of compressed air from control v/v and this compressed air is fed into cylinder to make engine start.

$a^2+b^2+c^2+d^2+e^2$ …

Cadet Ugaw Naing E(4)

32/

KN (99)

Marine Diesel Engines (II)

(M.D.T.C Course)

80

Volume (1) d Marine Diesel Engines

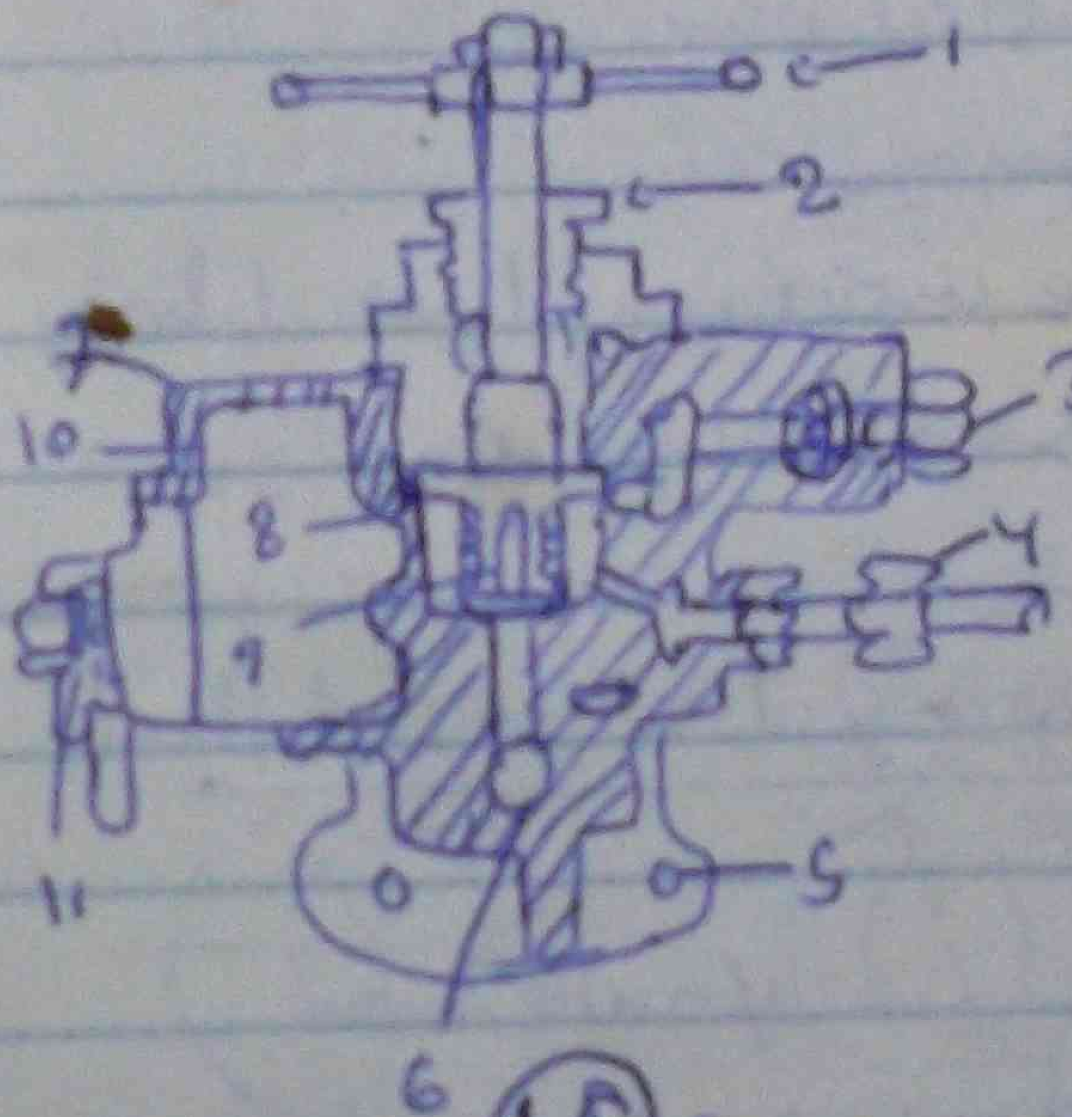
[illegible]

Engines[illegible]

g starting air charge valve

These valves are the non return valves used when starting compressed air is replenished by utilizing the compression stroke in the cylinders of engines themselves.

Fig outline diagram showing the construction of starting air charge valve (example)



(1) Handle (2) packing gland
(3) cooling water outlet
(4) Air outlet (5) set flange
(6) Air inlet (7) valve casing
(8) charge valve (9) spring
(10) cooling water jacket
(11) cooling water inlet.

(15) cams, cam shafts, rollers, rocker arms & others

cams are the disks with projection, and those for suction and exhaust valves, fuel injection and air starting are used. These cams are fixed on cam shafts which are driven with gears from cam shafts and open and close valves at right times through cam rollers push rods,

rocker arms, and others, respectively. These parts are important devices for diesel engines (especially in 4 cycle engines) and are made of the following materials respectively in general namely

cams: caststeel or case hardening steel etc ~~for~~

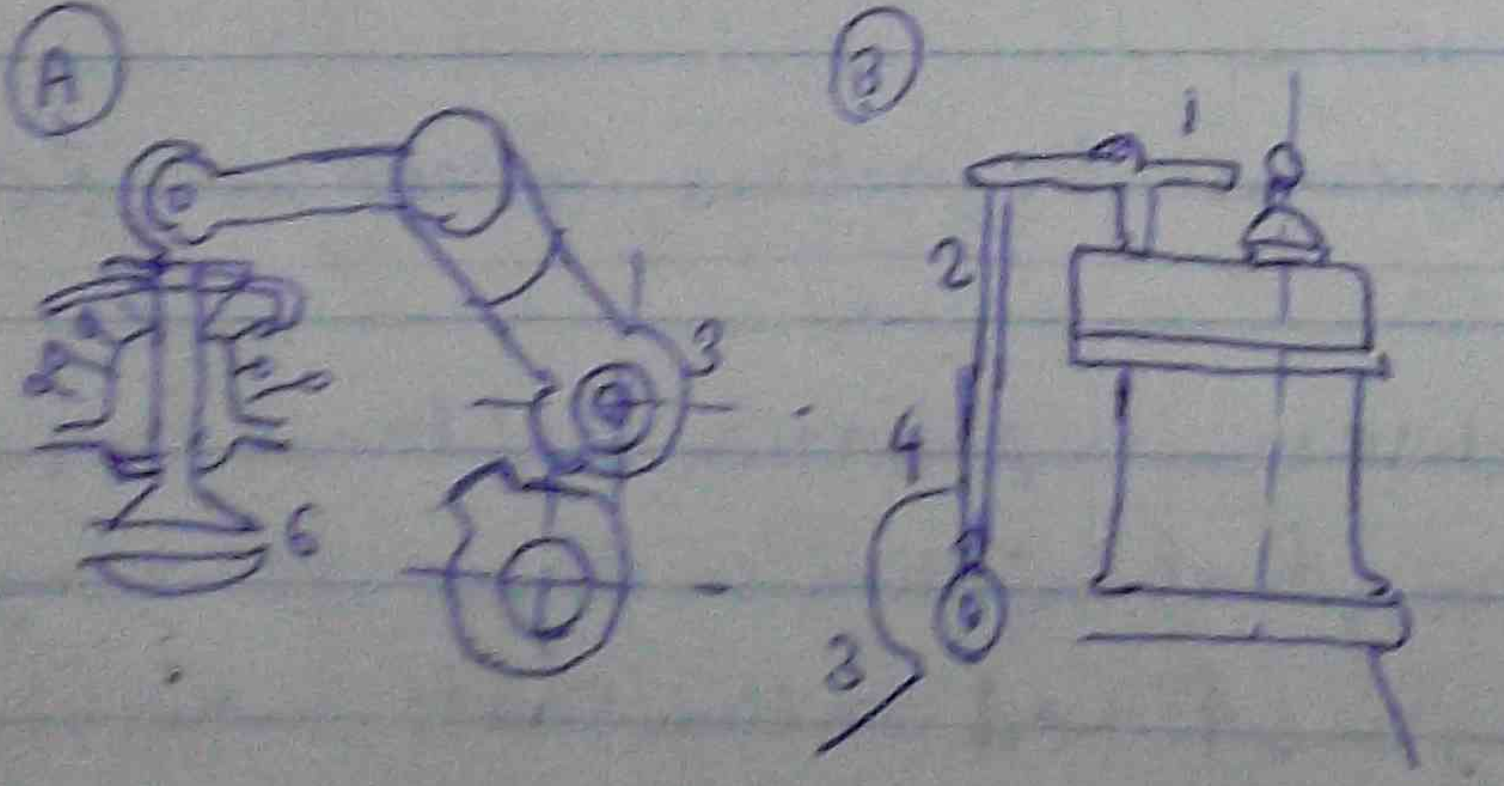
camshafts: forged steel or rolled steel bar

rollers: caststeel or case hardening steel

rockerarms: cast steel or malleable cast iron | the outlines of construction of these devices is as shown in Fig.

Besides see Fig.

Fig 1-10 outline diagrams showing the typical parts of valve driving devices



1/ rockerarm

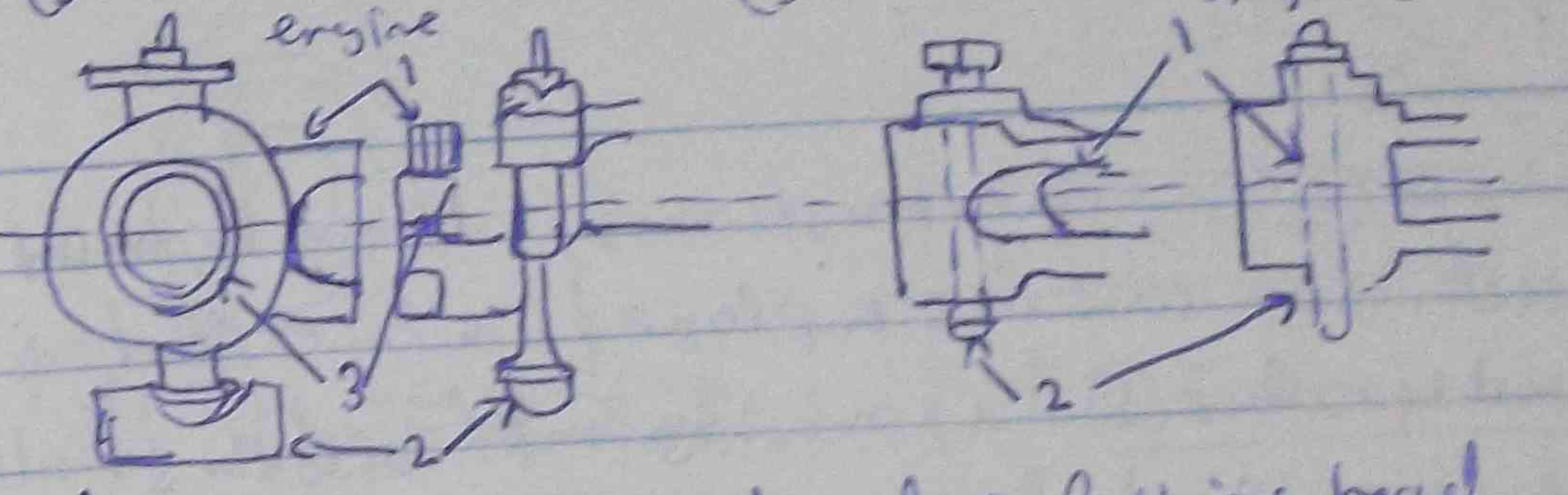
2/ pushrod

3/ roller 4/ cam

5/ camshaft 6/ valve

7/ Engine.

Fig 1 valve driving mechanism for low speed four cycle engines



1 rocker arm
2 valve pushing head
3 pin

Fig 2 rocker arm and valve pushing head

valve pushing head and rocker arm are jointed flexibly with pin for adjusting unreasonable pushing action for large engines (as shown in diagram A) and are jointed rigidly in general in medium and small engines (as shown diagram B)

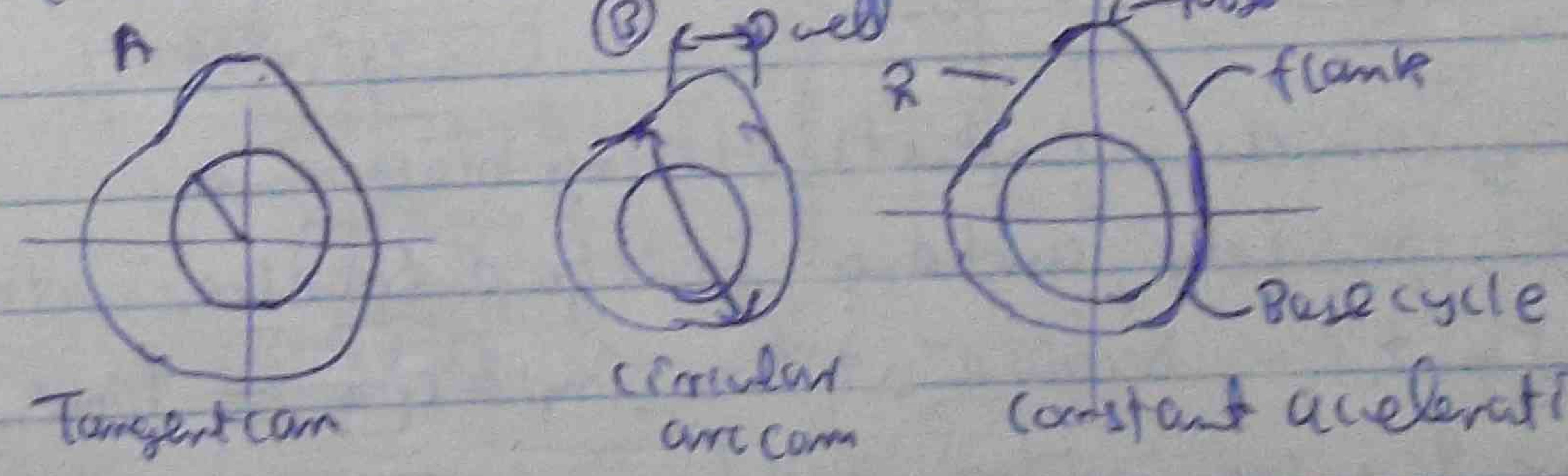


Fig 3 Shape of cams

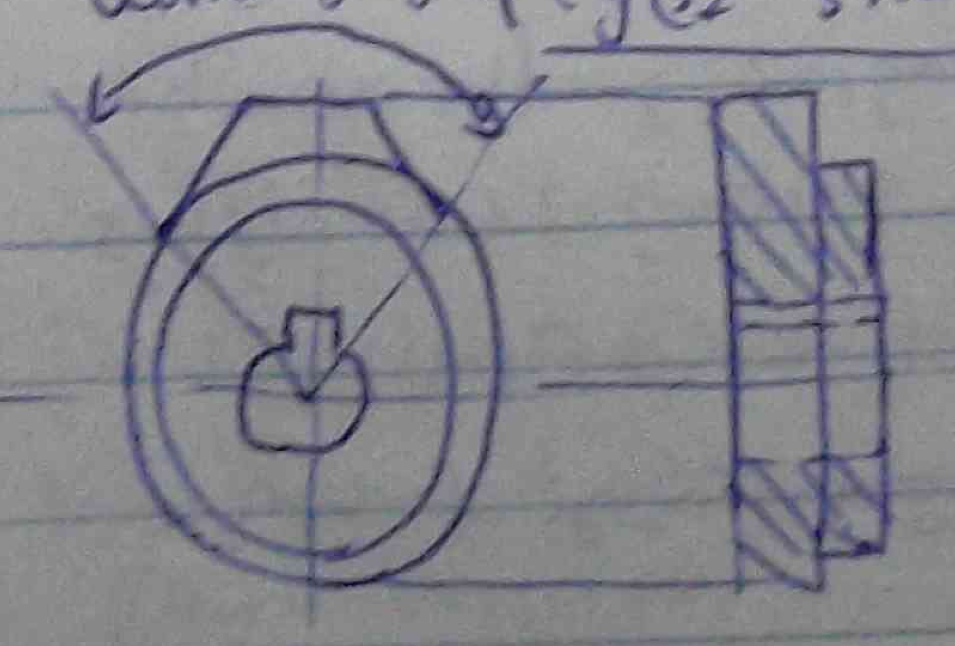
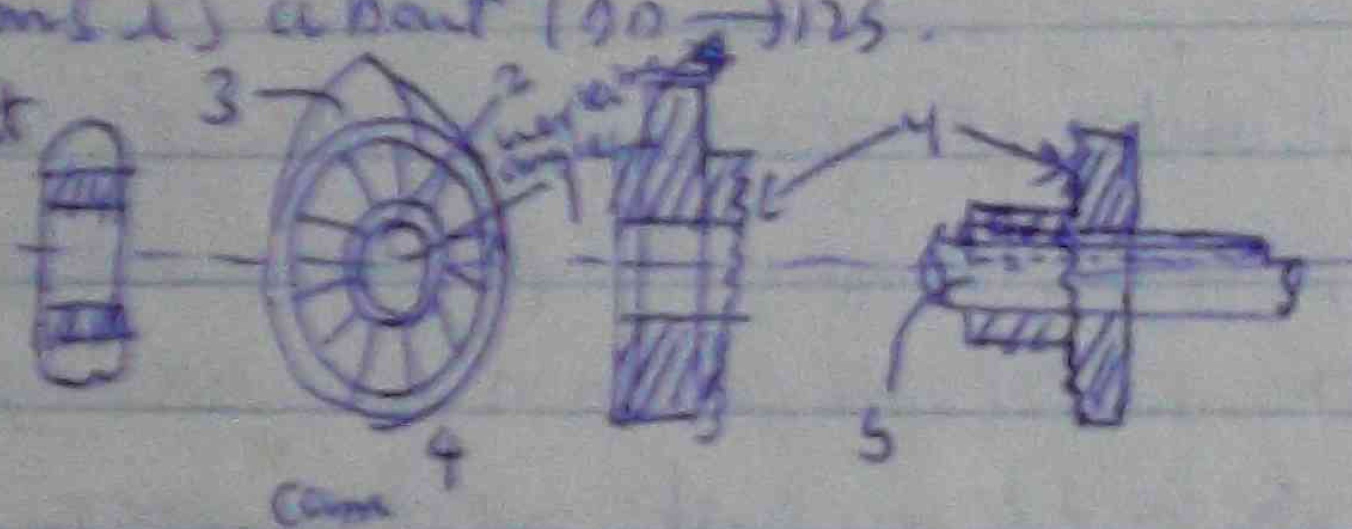


Fig 4 suction and exhaust cams (tangent cams)

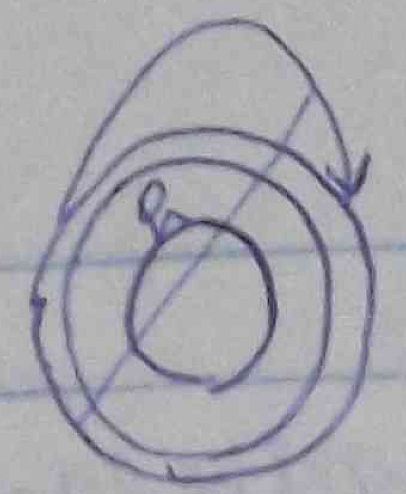
As to the types of suction and exhaust cams, tangent cam and constant acceleration cam are employed in low speed engines and circular cam is mostly employed in small high speed engines. And the working angle in these cams is about 100 → 125.



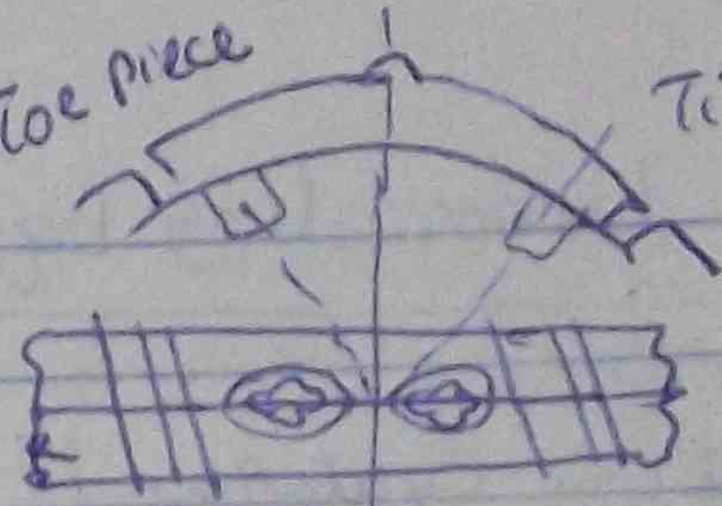
1/ Bearing at plunger's pushing action
2/ End of plunger's pushing action
3/ Projection 4/ serration 5/ camshaft.

↑ ⑤ General fuel cam (tangent cam)

In fuel cams, cam disc and its fitting block are manufactured separately, and are built up together with serration and nut fit, because of the simplicity of timing adjustment for the beginning of plunger's pushing action. Besides, in case of 4 cycle diesel Engines, the number of notches in serration is generally 240 or 360 notches. Therefore the circular pitch of notches is 1.5 or 1.0 respectively. And the working ~~angle~~ range in angle of fuel cams is about 15 → 25

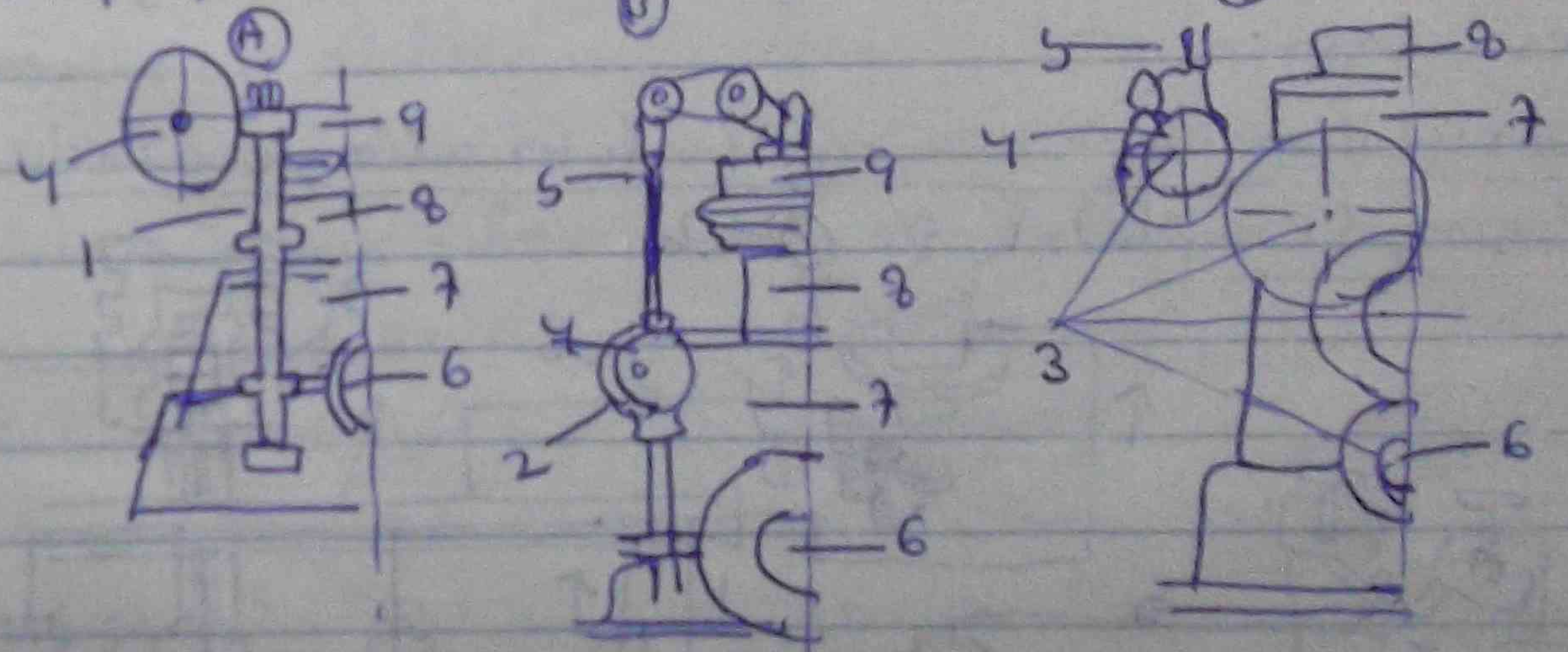


4 ⑥ Bosh Type fuel cam (circular arc cam)



4 ⑦ fuel cam for large engines

In fuel cams for large engines, cam disc body and its projection (toe piece) are manufactured separately and are built up together with tightening bolt, because of the simplicity of adjusting or repairing for projection.



⑩ Driving mechanism for cam shaft (example)

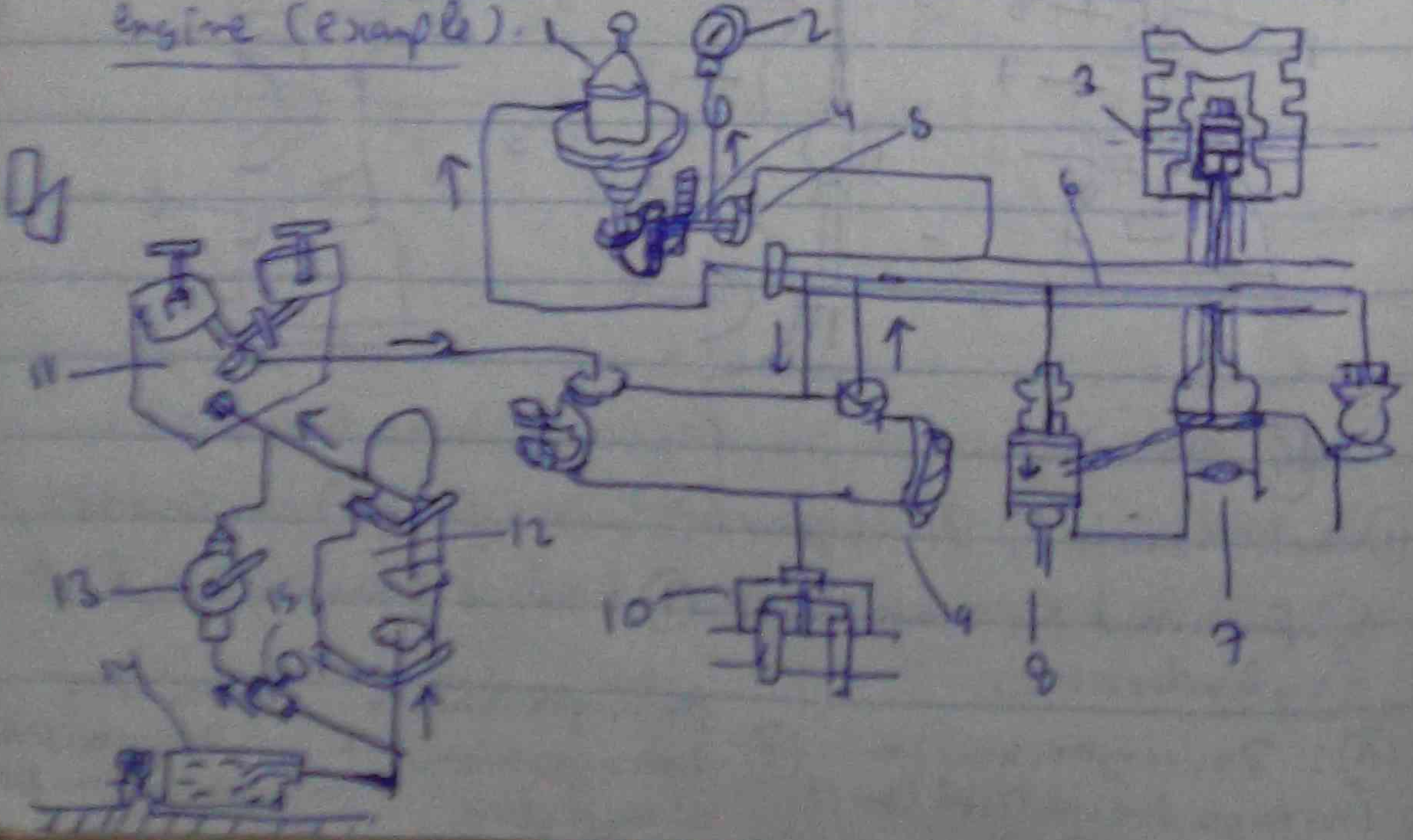
① vertical shaft ② Bevel gear ③ Super gear ④ cam shaft ⑤ Push rod ⑥ crankshaft ⑦ Engine frame ⑧ cylinder ⑨ cylinder cover.

Ⓐ: Driving mechanism through the vertical shaft
Ⓑ: Driving mechanism through combination of bevel gears
Ⓒ Driving mechanism through combination spur gear.

(16) Lubricating Equipments

Lubricating equipments are provided for the parts were friction and fretting are feared, such as each bearing portion, pins, and the top part of pistons, thus the prevention of damage is plotted. In this case in diesel engines, about 1→2→3 kg/cm^2 pressure is applied to lubricating oil and lubricating is carried out by forced lubrication Fig 1 shows an example of the circulation course diagram for lubricating oil in diesel engines.

circulation course diagram for lubricating oil in diesel engine (example).

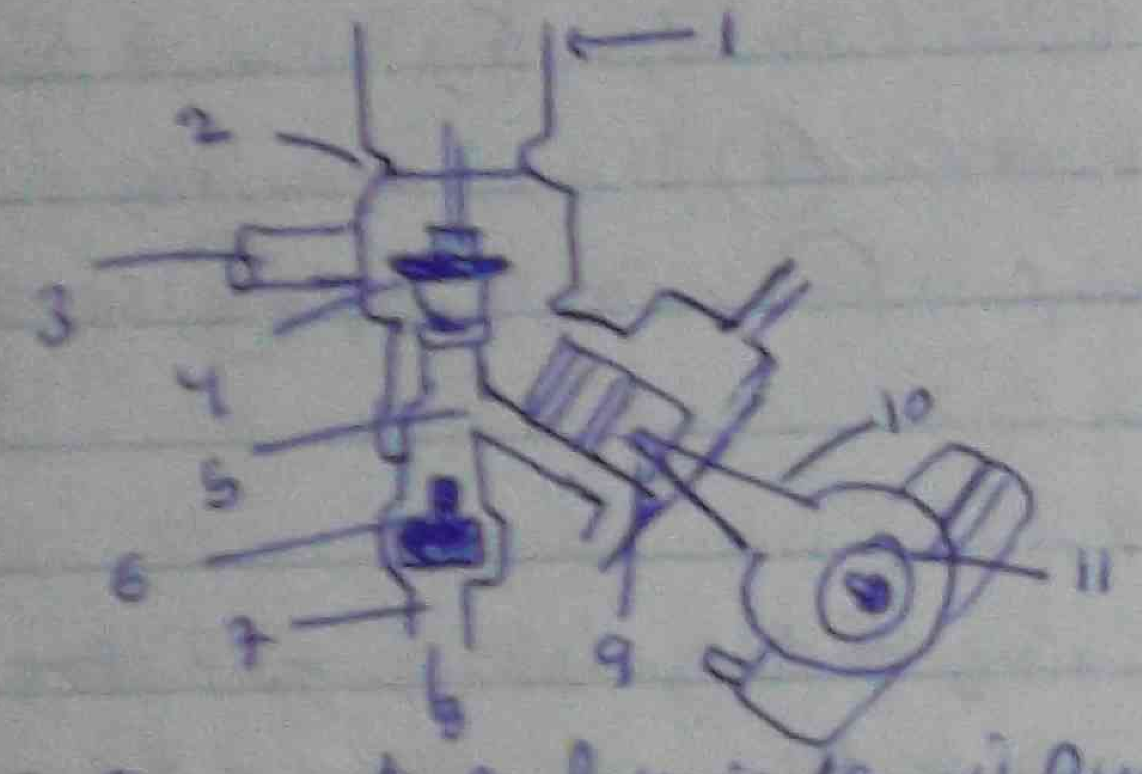


(1) Governor (2) pressure gauge (3) piston pin (4) gear shaft bearing (5) cam casing (6) oil main (7) crank pin (8) main bearing (9) oil cooler (10) thrust bearing (11) oil filter (12) pump (13) wing pump (14) suction filter (15) switch cock.

Lubrication of each bearing of diesel engine is carried out by forced lubrication, therefore lubricating oil circulated through the following course lubrication oil pump filter - oil cooler - oil main - each branch pipe each main bearing each piston pin bearing bed oil reservoir - lubricating oil pump.

The lubricating oil pumps used for the forced lubrication are mostly independent auxiliary machinery in case of large engines, but in medium and small sized engines, plunger type or gear type pumps driven by the engines themselves are used frequently. Fig 2 to 4 are the section diagrams showing the construction of typical pumps driven by engines themselves.

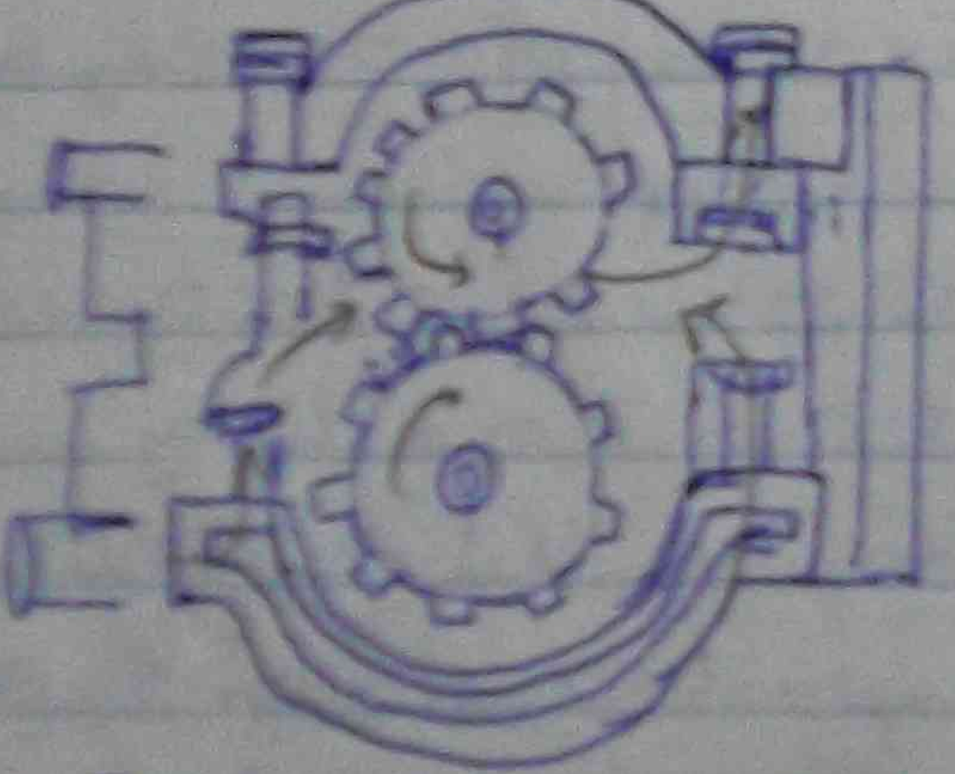
Fig section diagrams of typical lubricating pumps driven by diesel engines themselves.



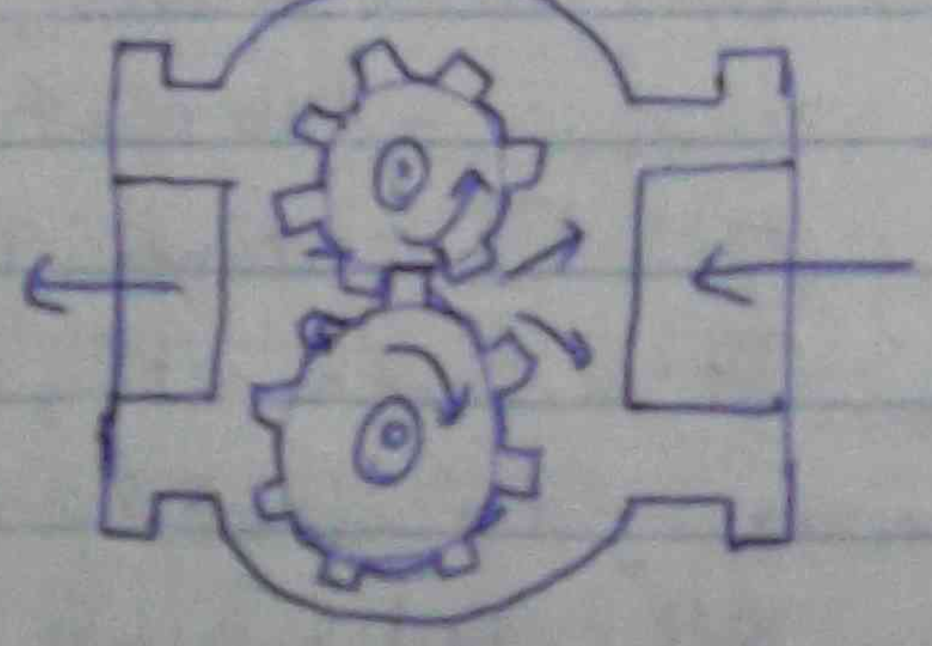
1/ Air chamber 2/ Discharge v/v spring
3/ oil out let 4/ discharge v/v
5/ suction v/v spring
6/ suction v/v 10/ eccentric strap
7/ oil inlet 11/ eccentric sheave
8/ pump cylinder
9/ plunger

2 plunger type lubricating oil pump.

Ⓐ Reversible gear pump



Ⓑ Non reversible gear pump



① v/v spring cap ② discharge v/v (for go ahead)
③ suction valve (for go astern) ④ oil out let ⑤ gear
⑥ casing ⑦ discharge v/v ⑧ suction v/v (for go ahead)
⑨ oil inlet

gear type lub oil pump.

(16)

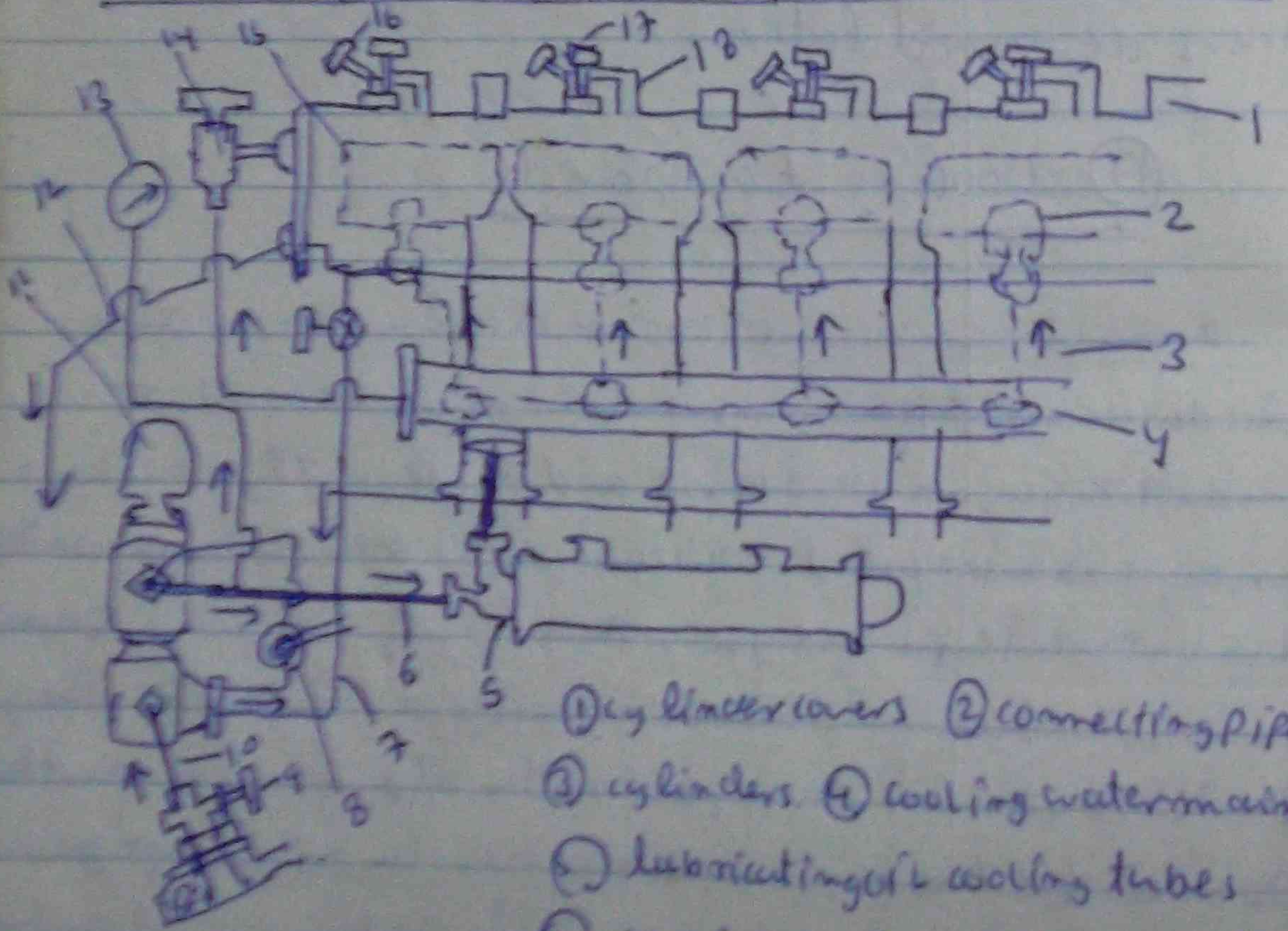
moreover in lubricating equipments, it is necessary to install oil filters, oil coolers, oil purifiers, and other auxiliary machinery and equipments, But as to the independent auxiliary machinery and equipment see the relevant items in paragraph and others described later.

⑰ Cooling Equipments

During the combustion stroke of diesel engines, cylinders, cylinders covers, piston crowns and others are exposed to combustion gas of about 1500°C and subsequently the exhaust stroke, exhaust v/v and exhaust pipes come to be overheated also by high temperature gas. Accordingly in order to avoid the loss of effect. of lubricating oil and troubles such as the deformation and damage of materials, cooling must be provided for the parts in contact with high temp. gas.

In marine engines, generally water cooled engines are used mostly, and in most cases, sea water is used as cooling water, ~~beaus~~ because freshwater is hard to obtain on the sea. However in small high speed engines, some times compound cooling using freshwate

is carried out, and also in large engines, some of them use fresh water or oil for the cooling of pistons and fuel valves. Besides see paragraph described before ~~fuel valves. Beside~~. Fig(15) shows an example of the course of cooling water in medium and small sized diesel engines.



(1) cylinder covers (2) connecting pipes (3) cylinders (4) cooling water main (5) lubricating oil cooling tubes (6) cooling water discharge pipe (7) Return pipe (8) cooling pump (9) sea water cock (10) cooling water suction pipe (11) cooling water pump (12) cooling water drain pipe (13) pressure gauge (14) Air escape valve (15) Exhaust pipe (16) cooling water regulating (17) Thermometer (18) Exhaust valves.

In order to prevent the thermal expansion of cylinders and pistons, and to keep the effect of lubricating oil in good condition, cooling water is passed in the following order in diesel engines. Sea water (Kingston) cock - cooling water pump - oil cooler, water main - each cylinder each cylinder cover exhaust valve - exhaust pipe overboard.

Quantity of cooling water differs according to engines but generally 20 → 30 litre per 1 HP per 1 hour is necessary and the discharge pressure of pumps is about 1 → 2 kg/cm². Also the temperature of cooling water is measured usually at the exit port from cylinder covers, and it may be raised up to about 55°C in case of fresh water, but in case of using sea water, in order to prevent corrosion and to avoid the precipitation of salts such as calcium and magnesium, it is better to limit the temperature up to 40 → 50°C in large engines, and up to about 50 → 60°C also in small engines. On the other hand, if the temperature of cooling water is too low, not only thermal efficiency and mechanical efficiency worsen, but also thermal stress turns out to be large, and cracking

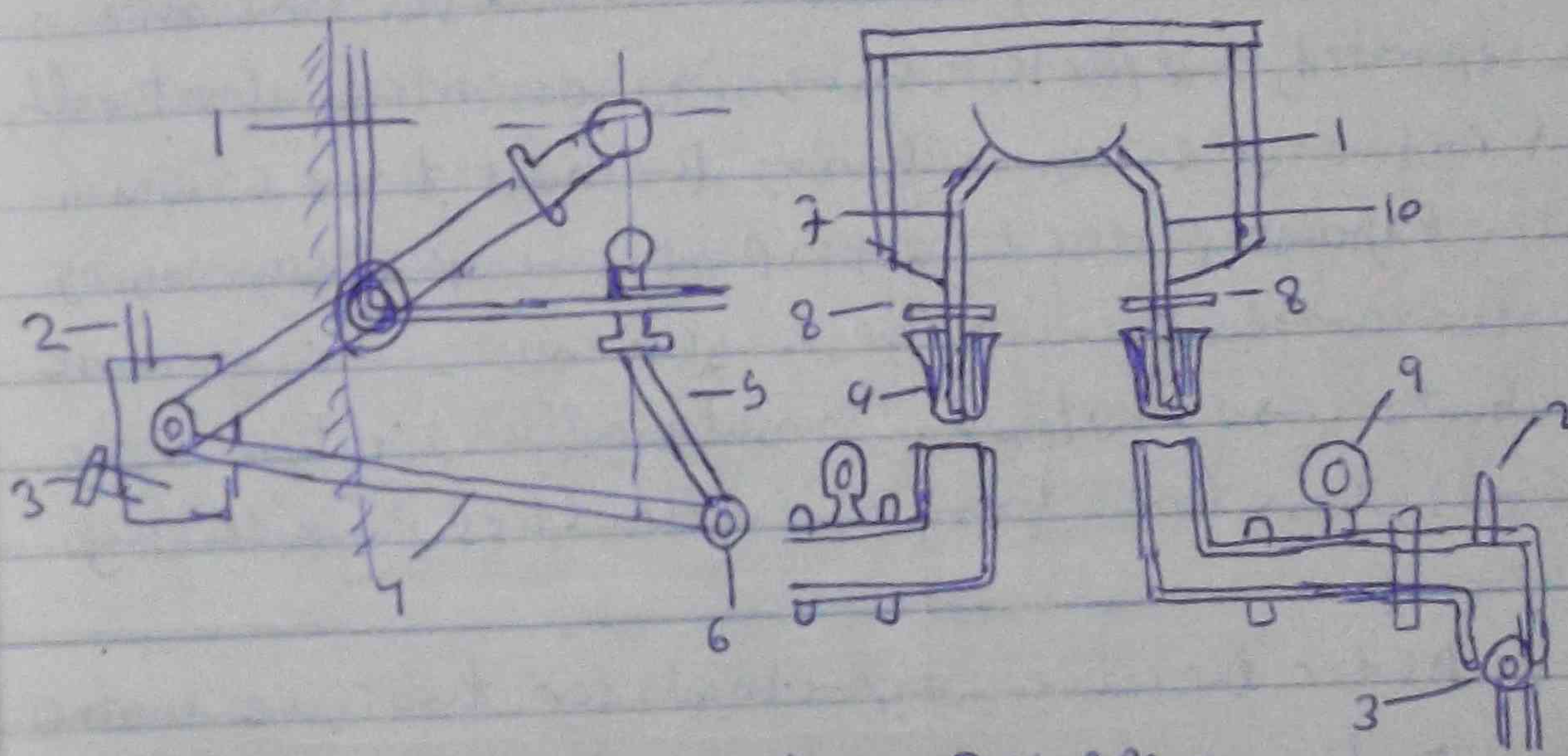
occurs of the wear of cylinders is accelerated, therefore it is not good that the temperature of cooling water is either too high or too low.

In order to prevent the over heating damage of piston crown and to protect the effect of piston rings, it is necessary to cool the piston crowns. (with fresh water or oil) when cylinder bore exceeds about 400 mm in 4 cycle engines, and about 250 mm in two cycle engines, moreover, the oil cooling of pistons is as described in the last paragraph (9)

Fig 2 is the diagram showing the out line of typical piston cooling systems.

Cooling pumps are mostly independent auxiliary machinery in large engines, but in medium and small sized engines, in most cases (same to the cases of lubricating oil systems), Plunger type or gear type pumps driven by the engines themselves are employed as shown in last paragraph 9. moreover, as the independent auxiliary machinery and equipments see the relevant items in paragraph and others described later.

Fig 2 out line diagrams of oscillating pipe and telescopic pipe system for piston cooling



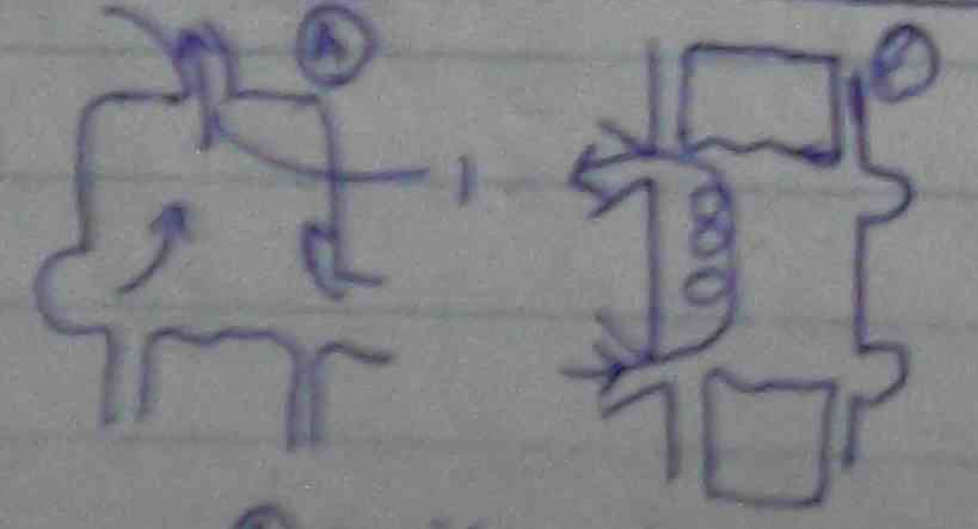
(1) piston (2) Thermometer (3) Hopper
(4) lower oscillating pipe (5) upper oscillating pipe
(6) oscillating pipe joint (7) Telescopic pipe (inlet side)
(8) Gland (9) Air chamber (10) Telescopic pipe (exit side)
(11) outer pipe.

(13) Scavenging Equipments

In four cycle engines, exhaust stroke and suction stroke are separated, and perfect scavenging is carried out naturally but in two cycle engines during the short time in which both exhaust port and suction port are open, scavenging must be carried out with fresh scavenging air (pressure is about 0.1 → 0.2 kg/cm² in natural aspiration type engines), therefore there are difficulties in perfecting scavenging.

As for the scavenging methods for two cycle engines at present, there are uniflow type, loop type and cross type and the out line of these types are as shown in fig 1 to 3.

Fig 1→3 Scavenging method for 2 cycle engines

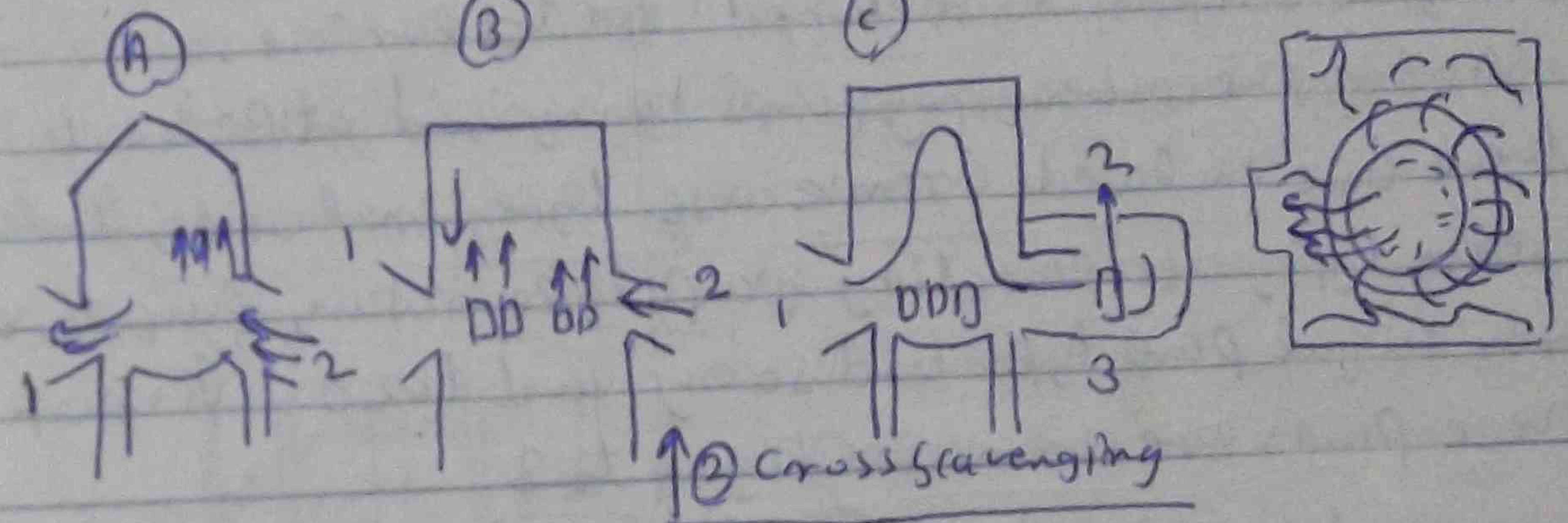


① uniflow Scavenging

① exhaust valve ② Exhaust port
③ scavenging port

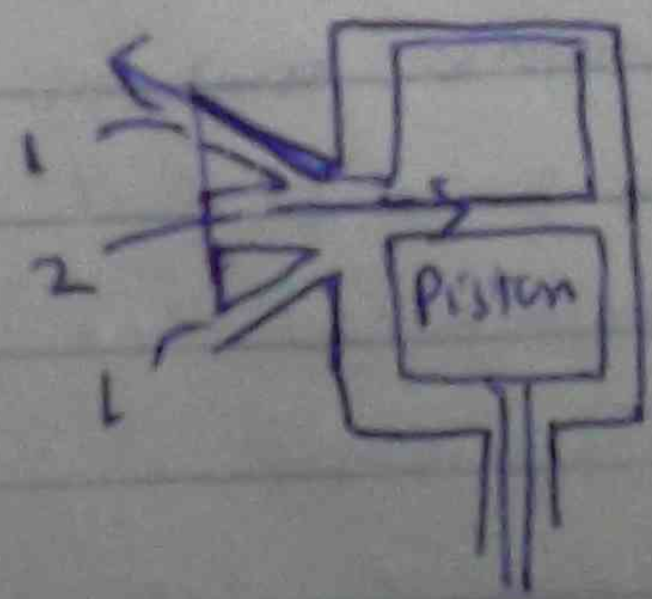
① uniflow scavenging

This is the scavenging in which scavenging air flows from bottom to top in one direction and in A, air entered through scavenging port is discharged from exhaust valve at the top while in opposed piston engine B, air entered through lower scavenging port swirls and is discharged from upper exhaust port.



② Cross scavenging

Scavenging port and exhaust port are opposite each other at cylinder bottom, and air entered through scavenging port rushes upward, scavenges the upper part of cylinder, and is discharged from exhaust port on the opposite side.



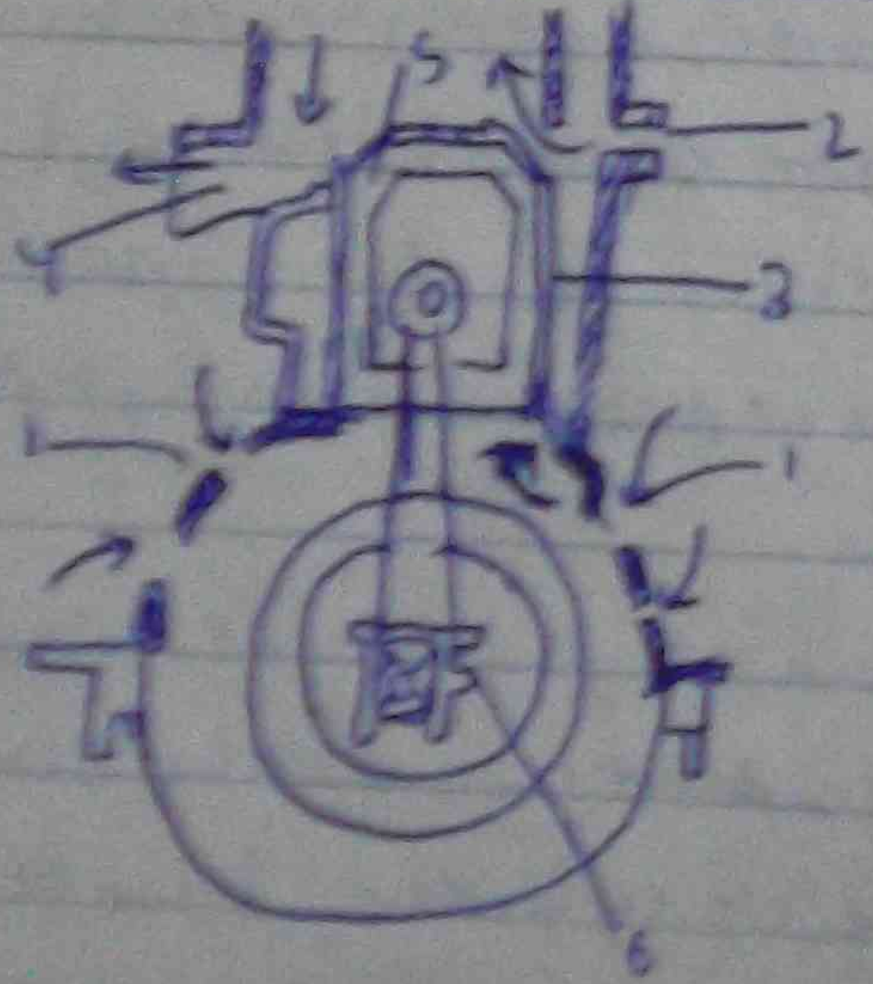
① Exhaust port
② scavenging port
③ loop scavenging

Scavenging port and exhaust port are on the same side of cylinder, therefore air through scavenging port reverse at the top of cylinder and is discharged from exhaust port on the same side. In order to obtain this large quantity of scavenging

air at the pressure of about 0.1 → 0.2 kg/cm² (in case of natural aspiration engines) large scavenging pumps must be installed and the power amounting to about 8% of engine output is required for the purpose.

As for the scavenging pumps being used at present there are enclosed crankcase type, enclosed cylinder bottom type, reciprocating pump type, rotary pump type, centrifugal pump type and so on, and the out line of these pumps are shown in Fig 4 to 8.

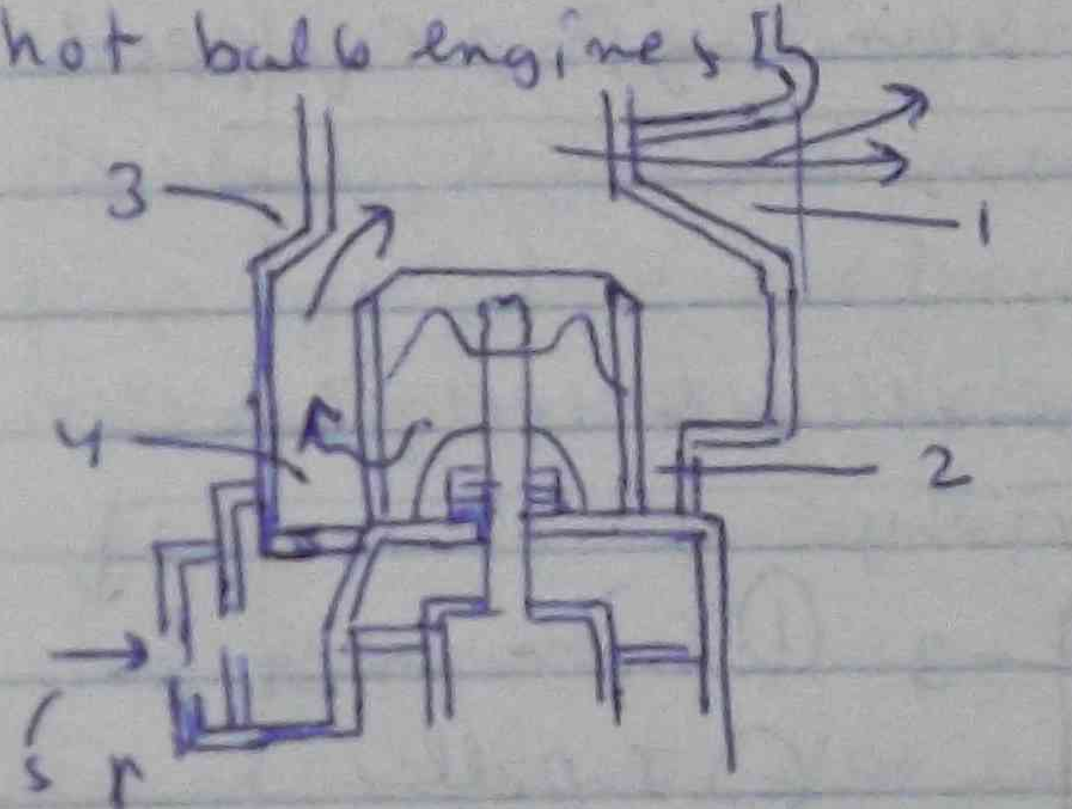
Scavenging pumps for two cycle engines



① Air suction valve (plate spring valve)
② Scavenging air port
③ Scavenging air passage
④ Exhaust port
⑤ Piston, ⑥ crank chamber.

4/ enclosed crankcase type scavenging pump

This is the method in which crank chamber is closed tightly and the air compressed when piston move downward is used as scavenging air. And this type is adopted in small two cycle diesel engines or hot bulb engines.

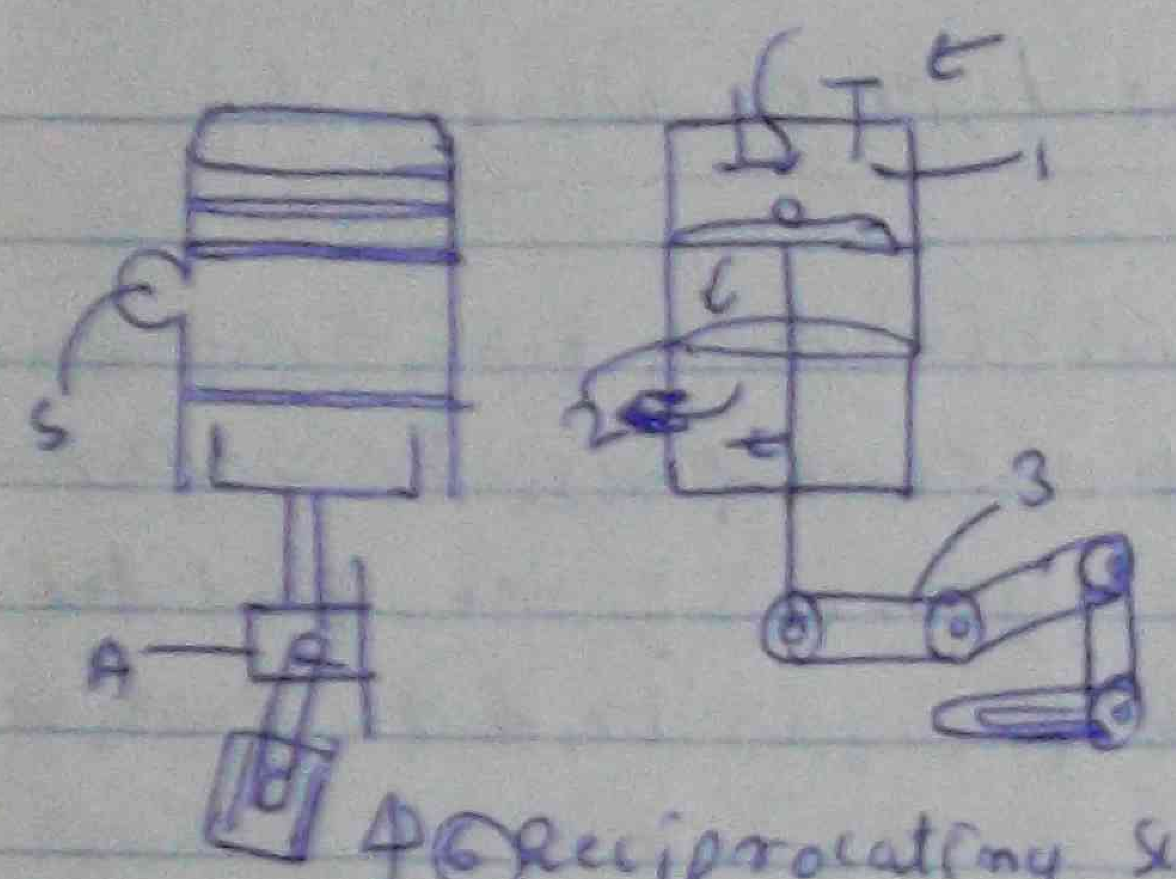


① Exhaust port
② cylinder
③ Scavenging port
④ Air port
⑤ suction valve.

5 Enclosed cylinder bottom type scavenging pump

This is the method in which cylinder bottom is closed tightly and the air is compressed when piston move downward is used as scavenging air. And this type is adopted similarly with enclosed crankcase type in small engines.

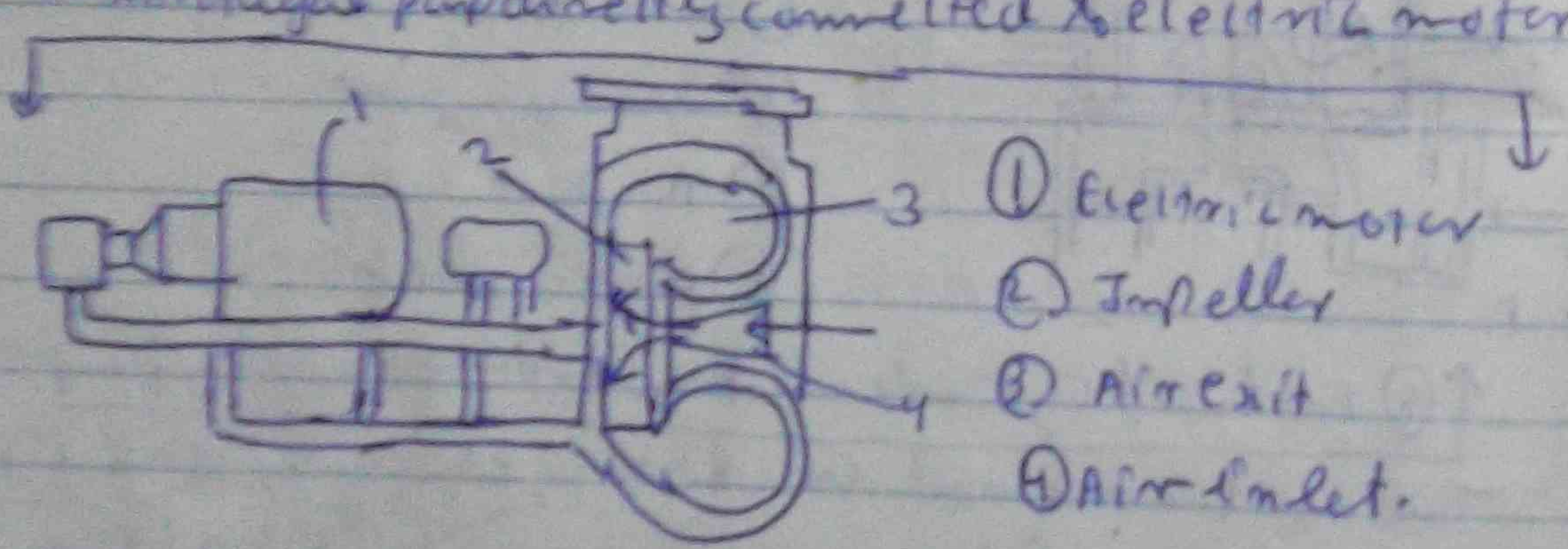
In most cases, these scavenging pumps are driven from crankshafts with gear or chains and it is the special feature than the quantity of discharged scavenging air is invariable.



① Scavenging pump
② Scavenging port
③ ~~Flow~~ Elbow
④ Crosshead
⑤ Exhaust port

4⑥ Reciprocating scavenging pump equipped for m.s engine

Centrifugal pump directly connected to electric motor



① Electric motor
② Impeller
③ Air exit
④ Air inlet.

Scavenging air is produced by directly connecting centrifugal pump to electric motor (or exhaust turbine) and the advantages are that number of revolutions can be regulated corresponding to engine load, and that weight and volume can made small because of large number of revolutions.

Accordingly, this type scavenging pumps are adopted widely as auxiliary machines for large out put diesel ~~machines~~ engines.

Among the scavenging pumps of five types described before, the enclosed crankcase type, enclosed cylinder bottom type, reciprocating pump type and rotor pump type are considered as the auxiliary equipments driven by engines themselves, but in the centrifugal pump type, there are the case of independent auxiliary machinery driven by electric motors and the case regarded as the auxiliary equipments driven by exhaust turbines and others. Moreover, the centrifugal pump type is used widely for the engines of medium size or large at present because it is relatively small and light weight for pump capacity and number of revolution is adjustable.

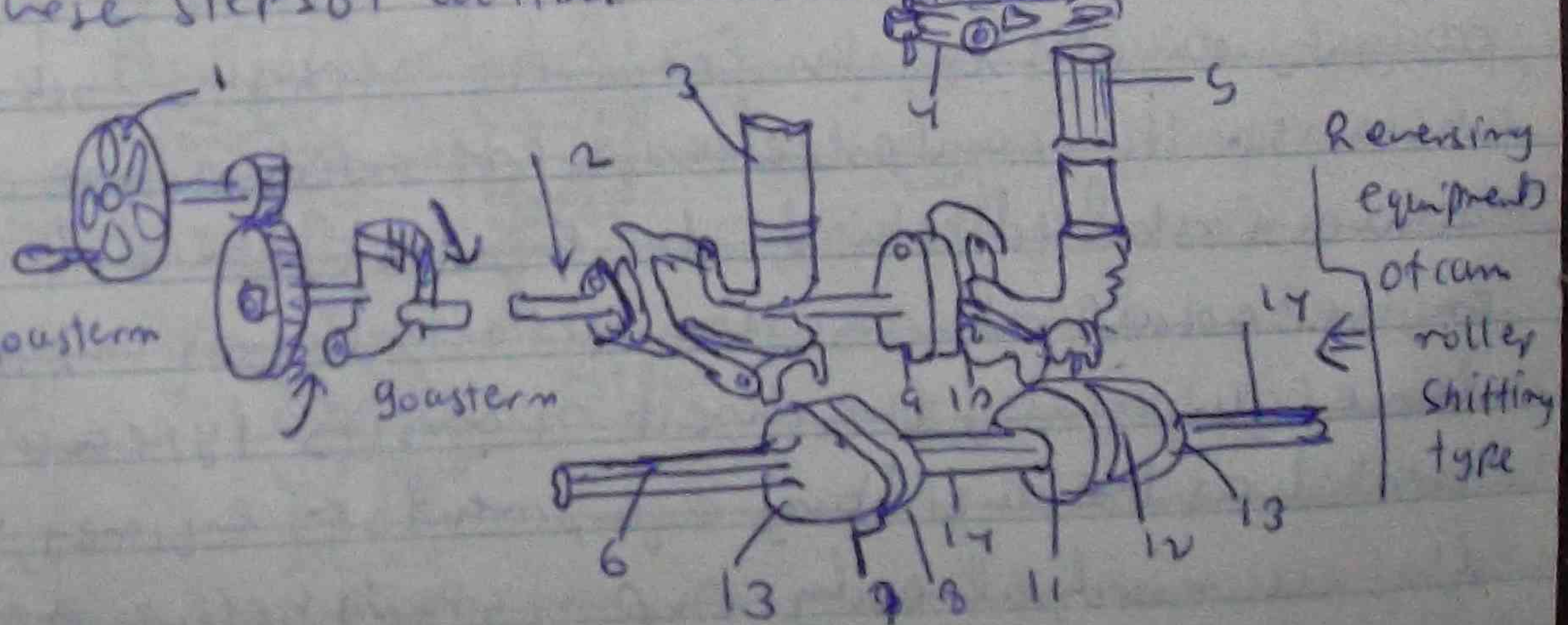
(14) self Reversing Equipments

Marine main engines require the reversing equipments which move ships astern by reversing propellers, togther with moving the ships ahead but in diesel engines, the self reversing equipments which reverse the engines themselves are employed in case of the engines above about 300ps, except special cases.

As for the self reversing equipments, there are friction clutches, the reversing equipment of cam roller shifting type and soon, and the engines are equipped with these reversing equipments as ancillary equipment and carry out self reversing. Besides, the friction clutches are engaging and disengaging couplings installed between crank shafts and shaftings and used mostly for casing the starting and reversing of small engines.

This is the engaging and dis engaging coupling in which inner friction band is brough in contact with the friction case rotating by being fixed on crank shaft, by expanding the owing to the movement of shifting block and rotation is transmitted to propeller shaft, or the band is disengaged by being contracted, and usually this is called clutch.

The cams for ahead and astern movement are fixed side by side on one cam shaft, and in case of reversing, first step - rollers depart from cams second step - cam shaft is shifted, and third step the rollers come in contact with other cams and these steps of action are carried out exactly.



The cams for ahead and astern movement are fixed side by side on one cam shaft, and in case of reversing, one of two rollers in the same planes as the respective cams comes in contact with the cam of reqd: direction of rotation alternately

Power transmission installations for diesel Engines

Here, power transmission installations mean indirect reversing equipments, reduction gearings and others, and in the process of transmitting the power of main engines to shaftings, they are installed behind the engines for changing the direction of rotations of propellers or for reducing the rotation of shaftings down to the rotation of propellers of good effcy: when the rotation of the main engine is high.

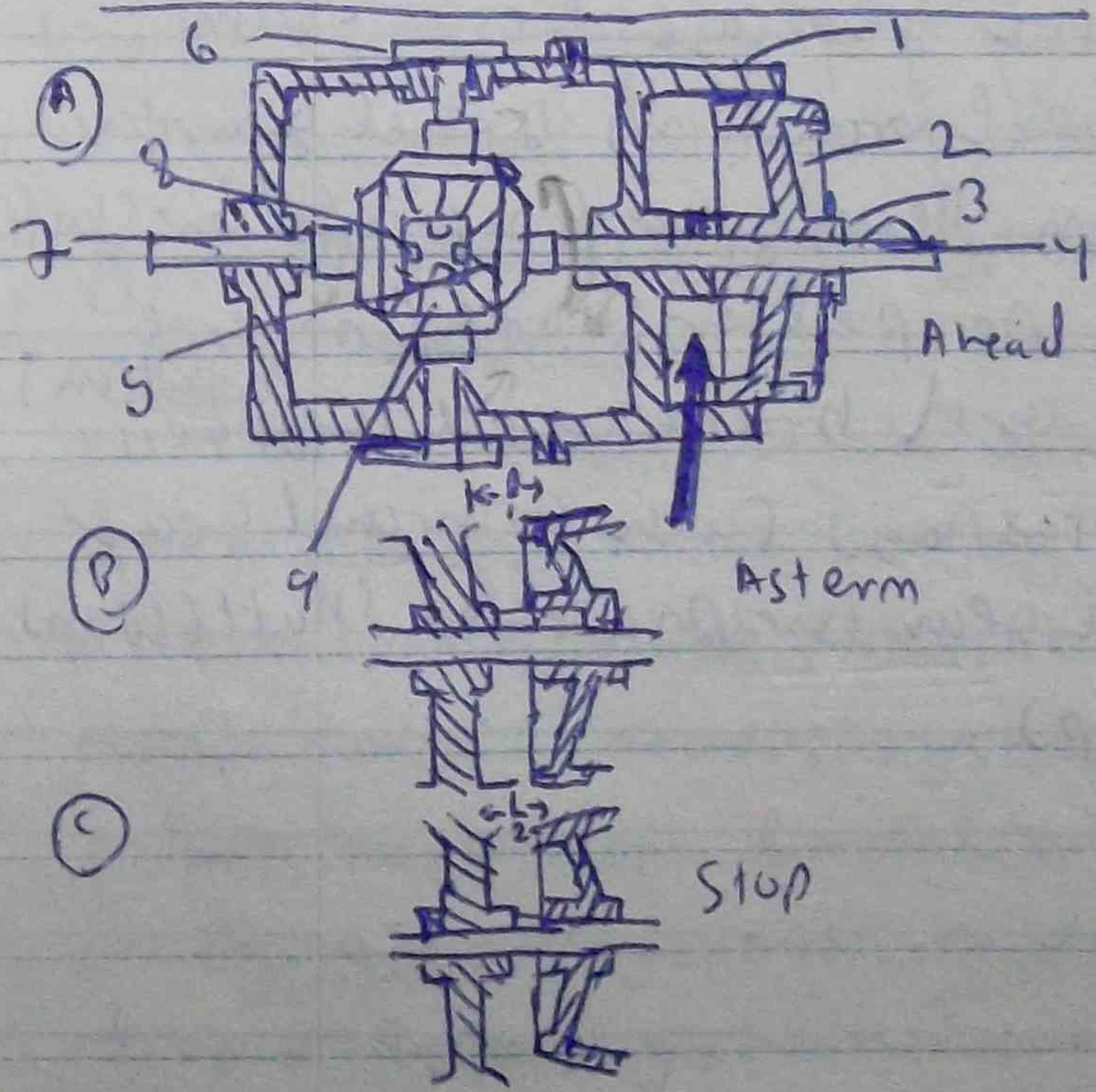
Reversing equipments

The reversing equipments for diesel engines can be roughly divided into those of direct reversing type in which shaftings and propellers are reversed with reversing machines installed behind, the engines, while the engines rotate always in a definite direction. Among those equipments, the direct reversing type was treated as the auxiliary equipment of engines, and is as described already in paragraph before ~~Acc~~ Accordingly the reversing equipments treated here as the power transmission installations are ~~in~~ indirect reversing equipments

The indirect reversing equipments are mostly used for the small engines below about 300ps except special cases, and the main reversing machines used for the purpose are those of union type, miet I and weis type and other in fig 1 and 2 show their out line of construction,

fig 1 and 2 Diagram showing the out line of construction of reversing machining.

(1) union type reversing machine



(A) case of moving ahead (ℓ)
(B) case of moving asterm (ℓ)
(C) case of stop (ℓ)
1| gear case
2| friction clutch
3| key, 4| crankshaft
5| Bevel gear for crankshaft
6| Brake band 7| propeller shaft
8| Bevel gear for ~~Propeller~~ Propeller shaft
9| Small bevel gear.

In case of moving ahead and astern, and stop the sequence of transmitting force and the direction of rotation are as follows.

moving ahead – clutch disengaged and brake is loosened.

crankshaft (normal rotation) – clutch gearcase pinion bevel gear for propeller shaft / propeller shaft (normal rotation).

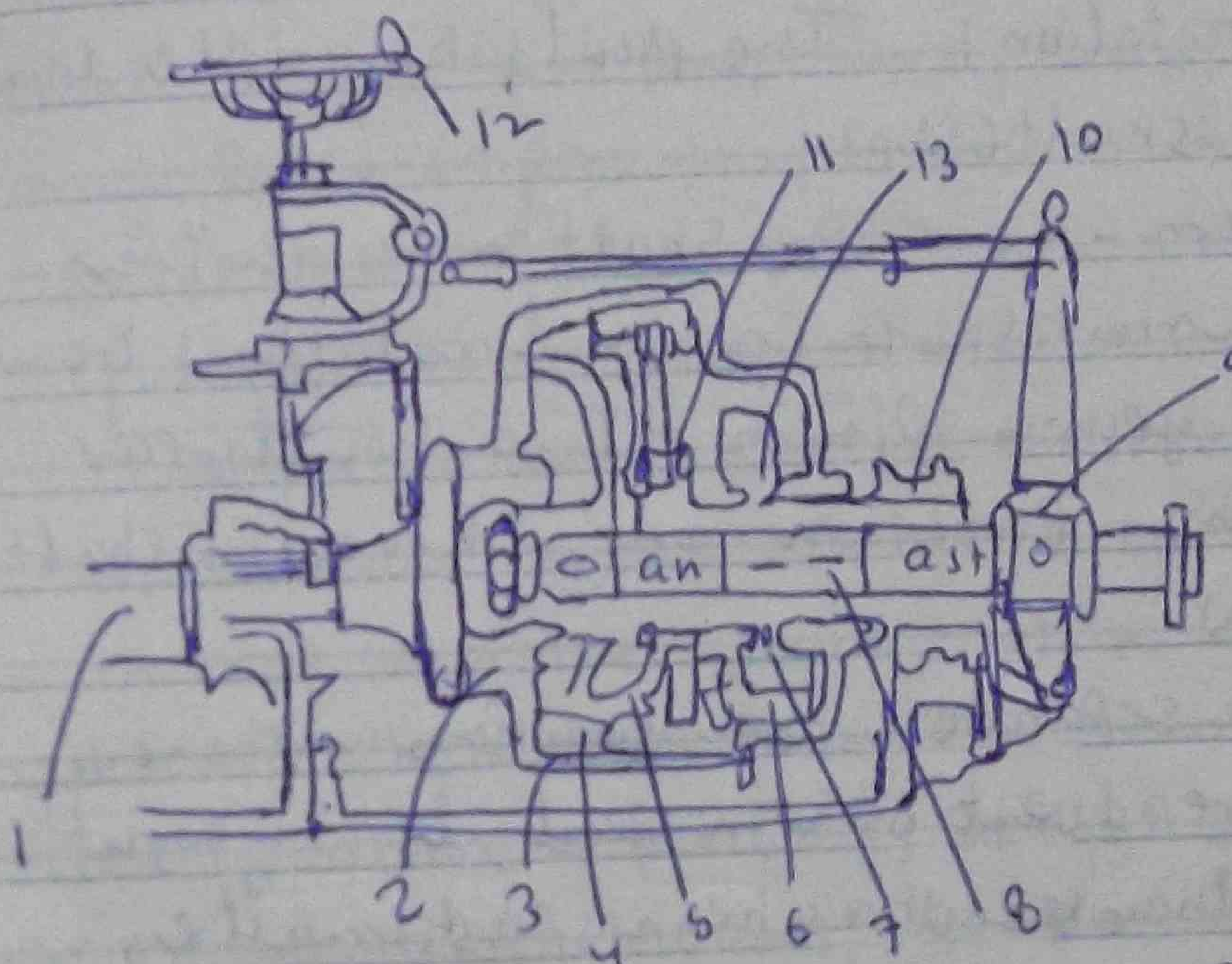
moving astern – clutch is disengaged and brake is tightened, therefore gearcase does not turn.

crankshaft (normal rotation) bevel gear for crankshaft pinion bevel gear for propeller shaft (reverse rotation) propeller shaft (reverse rotation).

stop – Both clutch and brake are disengaged.

crankshaft (rotating) each gear and gear case rotating bevel gear for propeller shaft (stop) propeller shaft (stop).

2/ mietz and weis type reversing machine



① crankshaft
② Ball bearing
③ fore gear cams
④ friction cone
⑤ fore bevel gear
⑥ Aft bevel gear
⑦ Hollow shaft
⑧ reversing shaft
⑨ shifting block
⑩ Aft
⑪ pinion
⑫ reversing handle
⑬ aft gear case.

In each case of moving ahead or astern, or stop the sequence of transmitting force and the direction of rotation are as follows.

moving ahead → reversing shafts moves toward bow

crankshaft (normal rotation) – gear case – friction cone – Reversing shaft – propeller (normal rotation),

stop → Reversing shaft moves toward stern, and the transmission from gear case to friction

cone is cutoff. Crankshaft (normal rotation) - Gear case (normal rotation). The parts hereafter do not rotate Reversing shaft (stop)

moving astern - Reversing shaft moves further toward stern - crankshaft (normal rotation) Gear case - Aft bevel gear - Pinion - fore bevel gear (reverse rotation) Friction cone - Reversing shaft (reverse rotation)

Besides the separate use of reversing machines, recently with the advent of high speed, light weight small engines, those used as high speed small engines with reversing reduction gearings increase, in which reversing machines and reduction gearings are combined with the engines and are made in one unit. Also as the power transmission installations of medium sized medium speed engines and multiple engines those of new construction types are being developed by combining with fluid couplings and electromagnetic couplings. Further as special equipment, controllable pitch propellers are in practical use and this reversing equipment is used recently also in cases of medium and large sized engines. In addition with Schneider propellers can be given also as a special example, but about these special propellers, description will be made later in paragraph of special propellers in Shaftings.

2| reduction gearings

Here to fore in diesel engines, since torque variation and engine vibration are large as compared with rotor engines such as steam turbines, reduction gearings have not been used much willingly, but recently with the progress of high speed, light weight high power output engines, the use of reduction gearing increased gradually, and as described in the last paragraph.

(1) The high speed engines with reversing reduction gearings come to be standard gradually in case of small engines. Also in case of medium sized or larger engines, with the progress of medium speed light weight, ~~at~~ high power output, and multiple engines the reduction gearings with combined fluid couplings ~~of~~ so that torque variation and engines vibration are not transmitted directly to

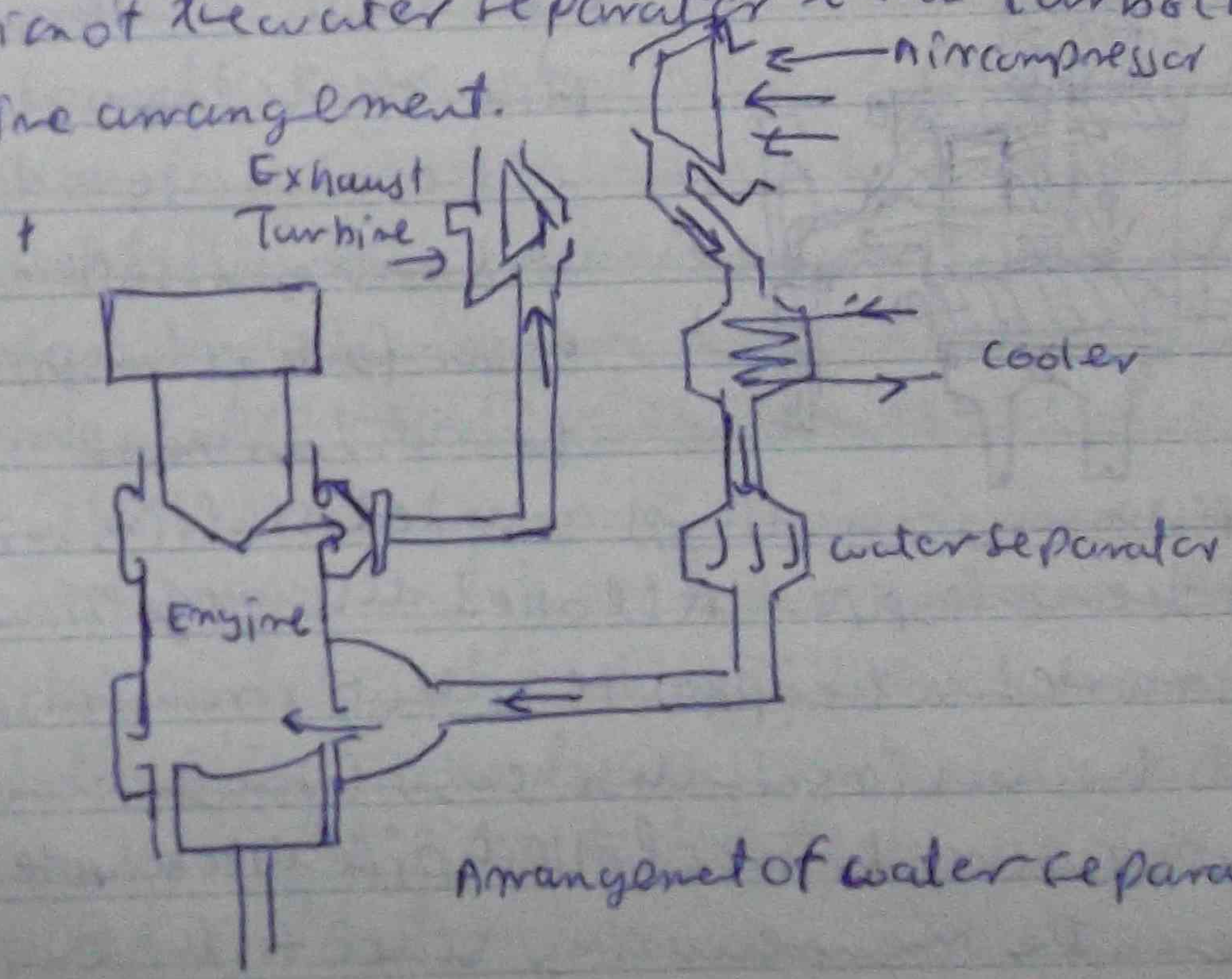
the reduction gearings come to be impractical use as safe powerful, large capacity reduction gearings.

Table 1 is the table showing the rate of torque variation (rate of max. torque / mean torque) in 4 cycle diesel engines, and fig 1 & 3 are the outline diagrams, showing the mechanism of main reduction gearings, power transmission course of reversing reduction gearings widely used today and types and construction of large clutches with high elastic couplings.

Notes on Marine Diesel Engines By CC-Pounder

(20) water separators

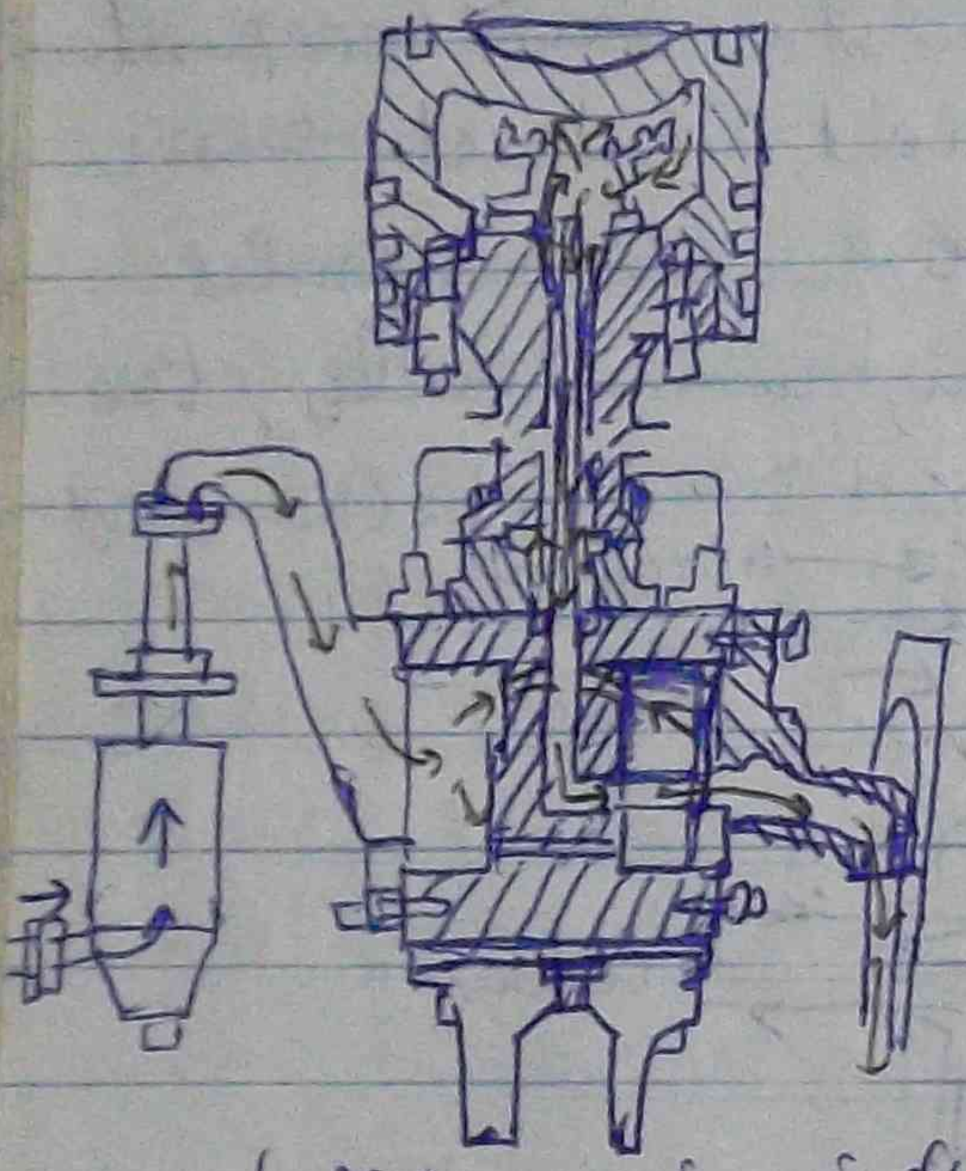
As the air passes through the charge air cooler its temperature may be reduced until it is below the saturation temperature. Heavy condensation of water vapour may then follow. This water being carried in to the engine. For a ship whose trade route lies across hot, humid zones, water separation is essential for other services it is desirable. A water separator can be mounted at any convenient point between the charge air-cooler and the engine air inlet manifold. Figure shows diagrammatically, the position of the water separator in a turbocharged engine arrangement.



Arrangement of water separator.

(21) Lubricating and cooling oil system

(Telescopic pipes)



The fixed part of the telescopic tube for the piston cooling inlet consists of a large steel pipe mounted on one corner of the crankcase and connected to the cooling oil system. The upper part of this pipe is provided with a spherically mounted stuffing box, fitting around the moving pipe.

(piston cooling oil flow)

A slotted discharge pipe of steel is mounted on the opposite side of crankcase and collects the cooling oil discharge from a bend fitted to the crosshead. The slotted pipe is connected to a device on the manoeuvring side of the engine, through which the return oil flow from the piston can be observed.

Lub: and cooling oil system

Lubricating oil for the engine and for piston cooling is stored in two double bottom tanks, usually situated under the engine and connected to the engine sump by drain pipes and shut off valves. Electrically driven lubricating oil pumps, of the screw type, draw oil from these double bottom tanks and discharge through filters and coolers to the engines. Each pump is fitted with a spring-loaded discharge valve, by means of which the discharge pressure can be regulated within wide limits. It also acts as a safety valve.

The main inlet for the cooling oil and the circulating lubricating oil to the engine is divided into two pipes, namely, a cooling oil pipe, from which the inlet pipes to the piston cooling are branched, and a lubrication oil pipe, from which the lubrication oil is led to main bearings, bottom end bearings, thrust bearings and so on.

For adjustment of the oil quantities in both pipes there is a control valve at their branching point which must be adjusted to give equal distri

bation of oil between both systems. The valve Ti'd has a hole in it so that the lubrication oil can not be shut off completely. The pressure of the cooling oil is adjusted by the control valve, so that a maximum oil quantity is led to the piston cooling.

A tell-tale device on the manoeuvring side of each entablature indicates that cooling oil is passing through the piston. It must be systematically checked that lubrication oil reaches the control top on the highest point of the circulating lubrication oil system, on top of the chain entablature.

A pressure of 2.0 to 2.4 bar before the engine, for lubrication and cooling oil, is considered normal. The minimum pressure is 1.5 bar. The cooling oil outlet temperature must normally be 45 to 50°C with a maximum of 55°C.

(22) water cooling system

The main engine receives its cooling water from two or several sets, one of which functions as stand by. Further there is usually a special system for the auxiliary engines. Each set consists of two pumps one for sea water and one for fresh water, these being coupled to the same electric motor on a common baseplate.

The cooler works in accordance with the counter-flow principle. Its design is usually the same as for the lubrication-oil cooler, except that it is not provided with air-relief arrangement.

The main engine is cooled with fresh water to which are added suitable small quantities of chemicals to prevent corrosion. The fresh water pump draws from the outlet piping of the engine and discharge through the cooler back to the engine. An expansion tank is placed in the engine room casing.

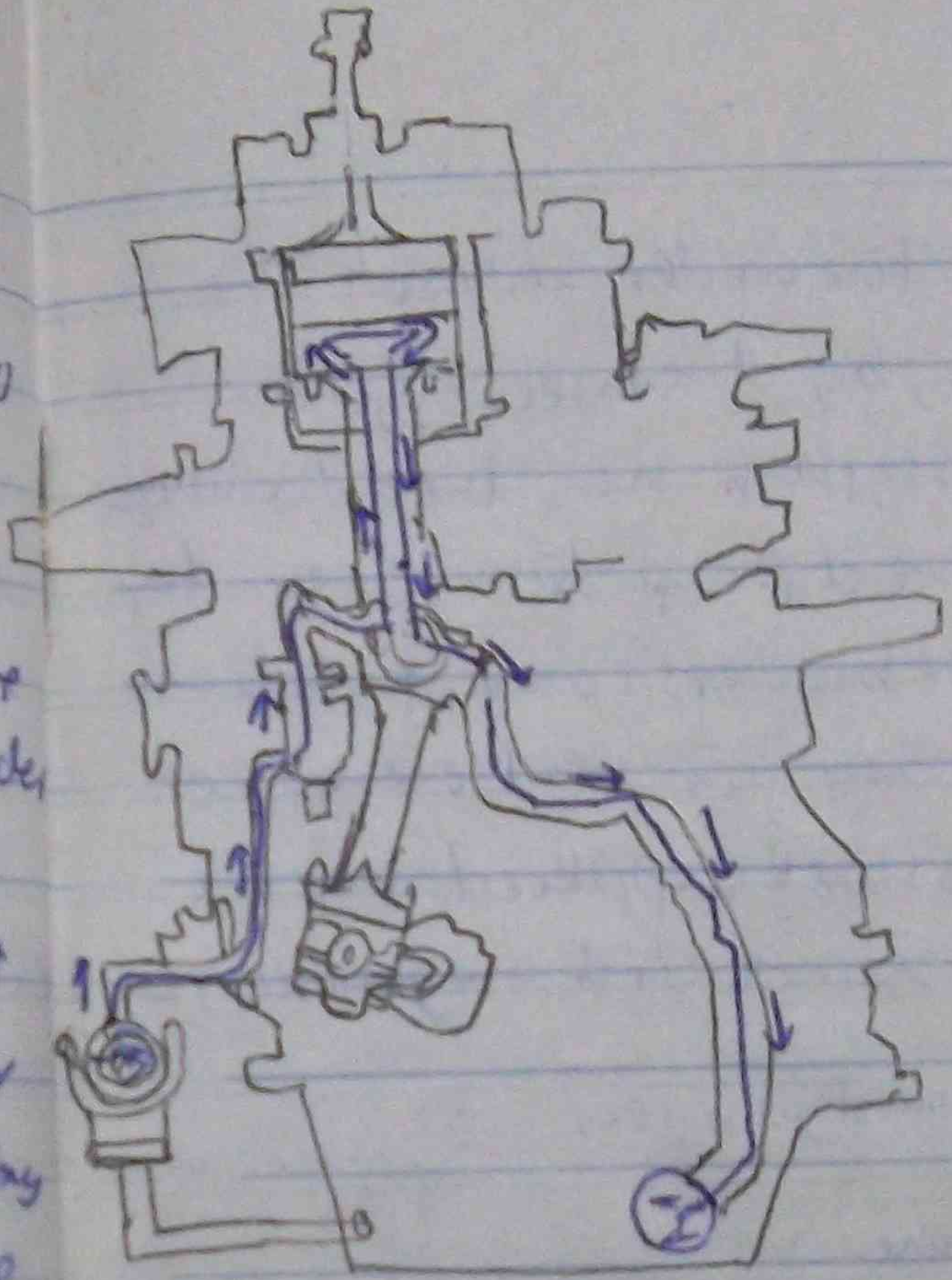
The sea water is fed through one of the valves in the bottom of the ship, or through the high suction

value on the side of the ship and discharged through the air cooler and the fresh water can by pass the cooler, and it is also possible to cool the engine directly with sea water.

The fresh cooling water is supplied to the engine from a main line along the engine - for each cylinder there is a branch pipe with a closing valve, and the cooling water is supplied to the upper part of the cooling jacket (for cast engine to the lower cylinder cover and the exhaust - valve housing through the outlet, to a common collecting pipe for all cylinders.

Piston cooling system

Oil cooling of the piston has been retained, see fig. If an owner desires completely to separate the cooling oil from the lubricating oil, this can be done by mean of an extra telescopic pipe for the cooling of oil let from the piston. A long pipe in the bottom of crankcase collects the cooling oil from all the pistons and leads it to a separate bottom tank. A separate pump and cooler are necessary for this system

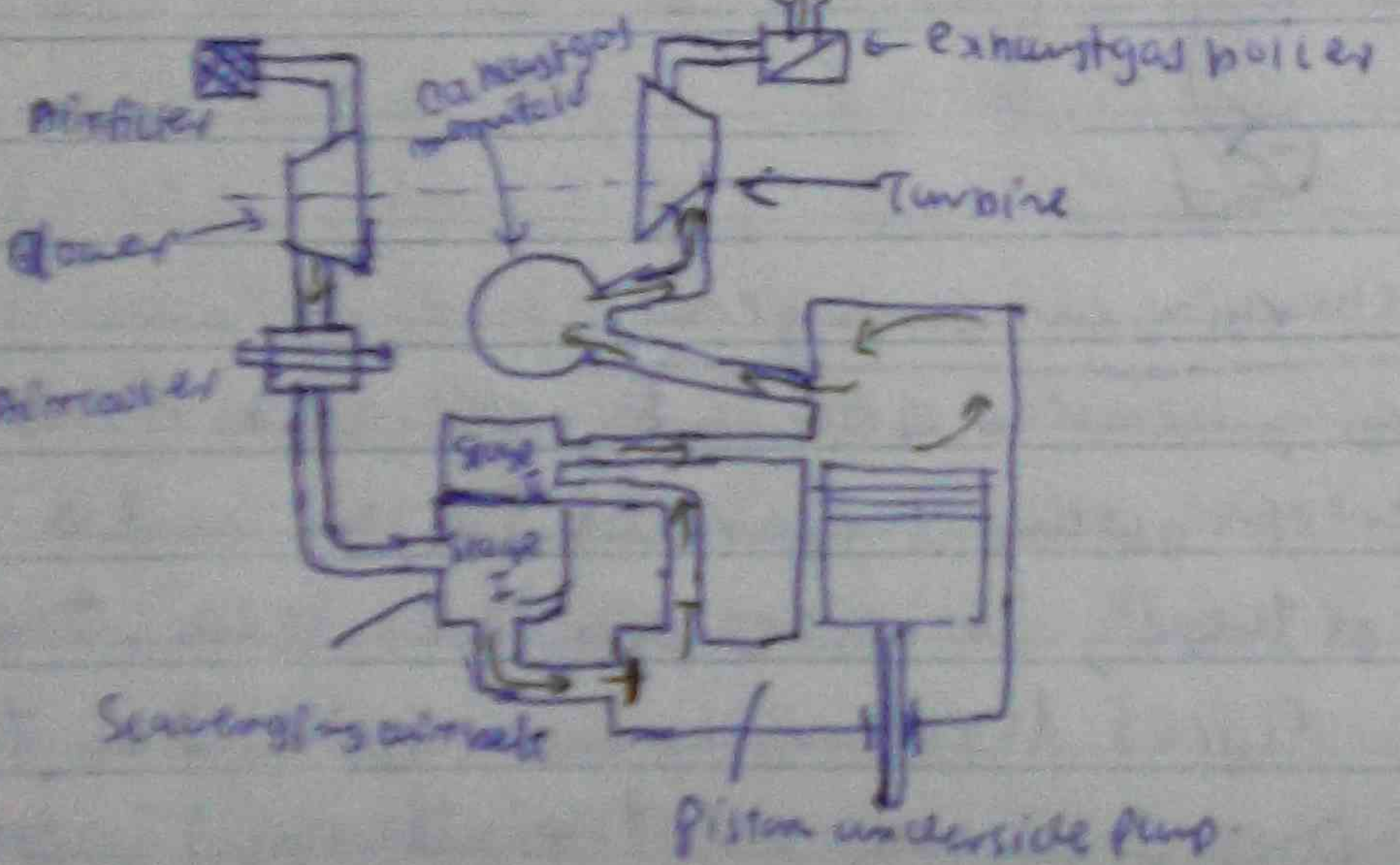


(23) Charging air arrangement

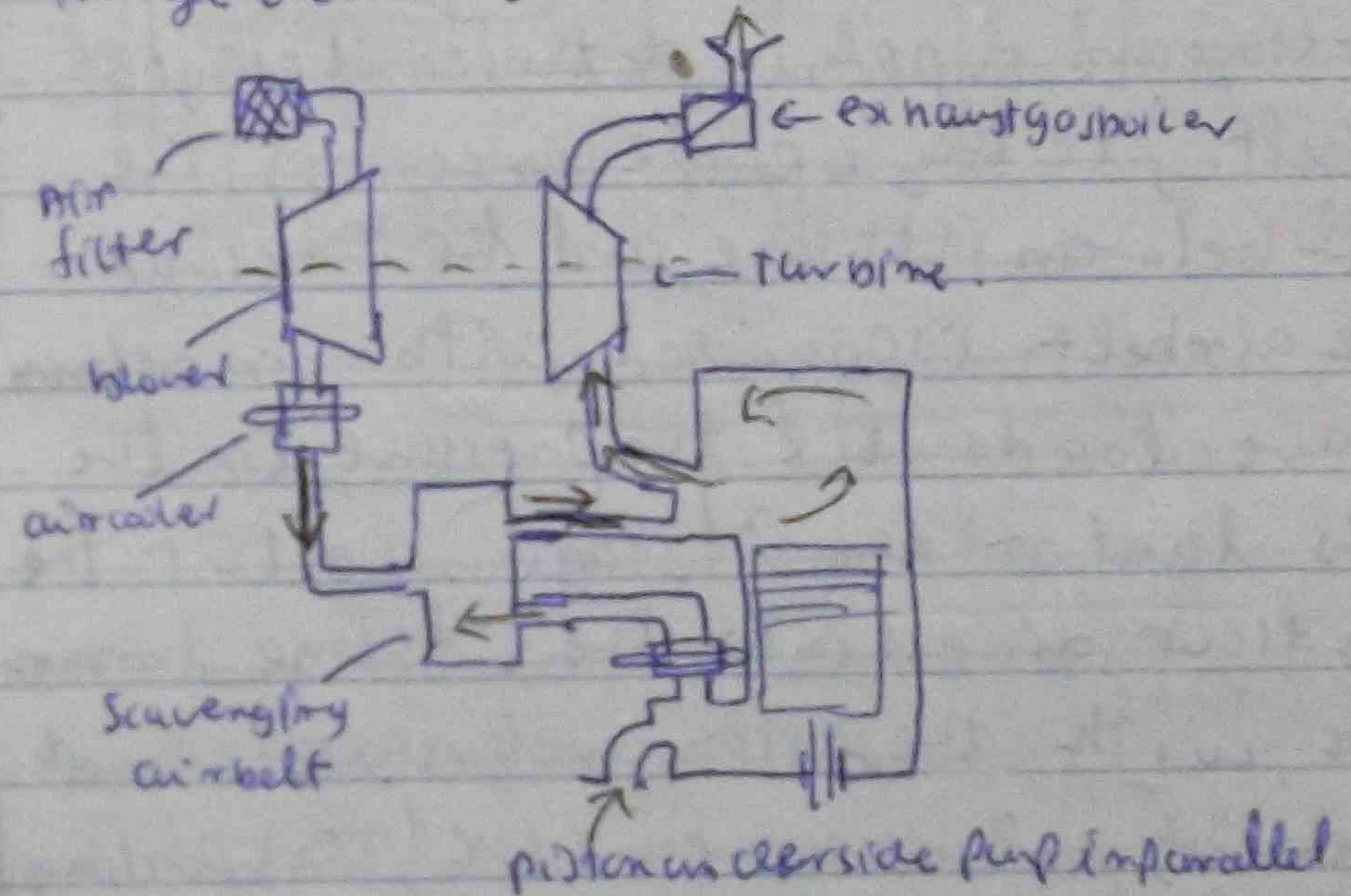
The charging air side affords three possibilities namely, the series system, the parallel system and a combination of these, the series parallel system. In the series system fig (a) the charging air supplied by the blowers is compressed further by the attached piston pumps.

That is, with the MAN engines the undersides of main cylinders and a small additional pump, as

mentioned before, are used. The under sides of the cylinders are not sufficient, by themselves, for efficient Supercharging. This system has the advantage that, in any case, the attached pump takes over the compression work which the blowers cannot deliver. Even if the blowers are failing, or if the engine is running dead slow, air is still supplied by the attached pumps (This system is not used anymore)

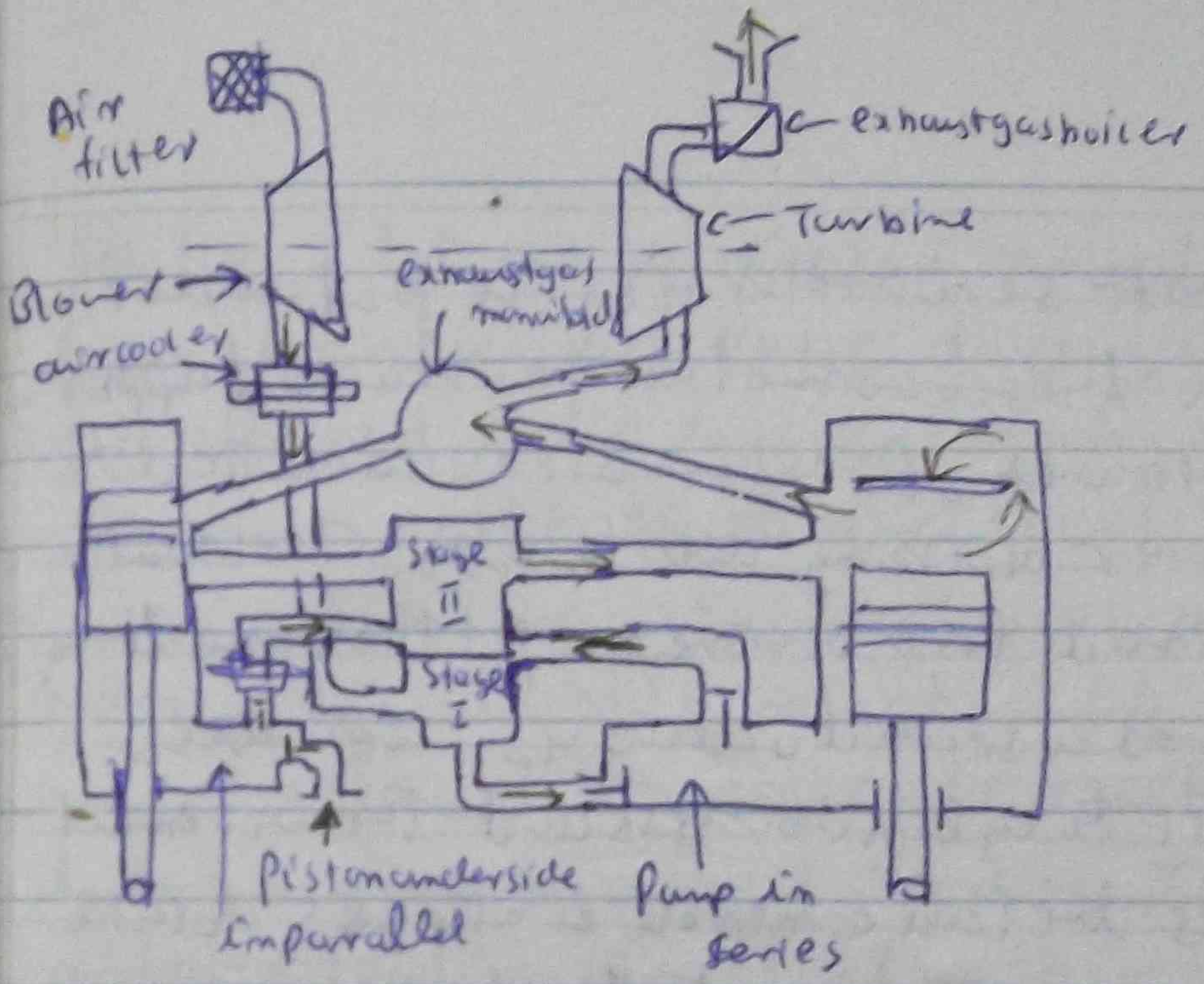


In the parallel system Fig (b) the blowers supply the charging air direct to the cylinders, part of the piston undersides supplying additional scavenging air, in parallel to the blowers, with regard to the accessories and piping, this system is the simplest when compared with the others. But it requires turbocharger with a high efficient and sometimes, special auxiliaries to secure a reliable service in the whole service range down to dead slow.



A combination of the two systems is possible, thus making use of the advantages of both systems. This series parallel system is shown in fig (c). In this version the exhaust gases are led into a common manifold on the constant pressure system. The blowers supply

the charging air, through an intercooler, in to the first stage of the charging air belt. Approximately one-third of the piston undersides supply, in parallel charging air from the atmosphere straight in to the second stage of the charging air belt. The remaining piston undersides draw the air supplied by the blowers from the first stage and supply it to the second stage of charging air belt, i.e. they operate in series. The partition wall between 1st stage and the 2nd stage of the scavenge air belt is provided with non-return valves which are closed until the pressure in the 1st stage exceeds that of the 2nd stage. Part of the air will then flow direct into the 2nd stage through bypass valves, with the piston undersides connected in series serving only as a means for transporting the additional air without accomplishing any further compression work.



(24) starting control system

The control media are lubricating oil from the medium pressure system at 6 kgf/cm² (5.9 bar) max. and starting air at 30 kgf/cm² (29.4 bar) max.

The engine is started by the lever 481-60 (Fig 7.21) on the control stand with the fuel lever 481-30 set on higher than position 3-5. The direction of running is set by the telegraph reply lever 491-77 which turns the reversing valve 451 to the desired position. The corresponding oil passage

to the crankshaft servomotor 423 are put under pressure. when the servomotor has reached approx. the end of its travel, pressure oil is admitted to the starting lever blocking device 435. The starting lever is then freed for movement. At the same time pressure oil moves a second valve 454 upwards admitting oil to cylinder 455 and the movement of its piston frees the fuel control linkages to take up a position corresponding to that indicated by the load indicator 481-80 which in turn is determined by the position of the fuel lever 481-30. This assumes that the pressures of the lub-oil supply, bearing oil jacket, cooling water and piston cooling water are all above the minima for which the oil and water pressure safety device 451 has been set. If not, valve 454 moves downwards, venting cylinder 455, which brings the fuel linkages to zero position.

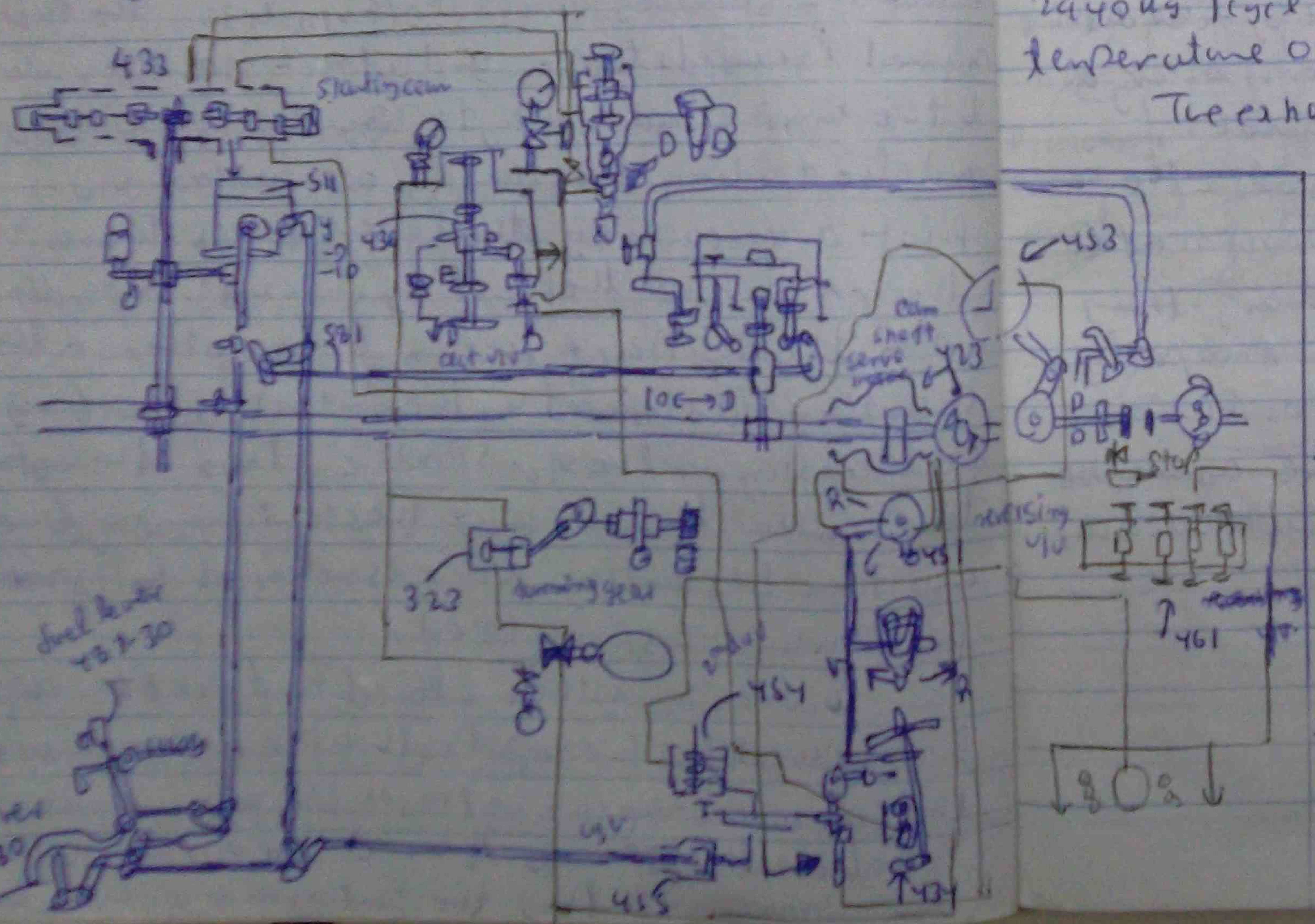
The starting lever 481-60 is held in the normal position by a spring. On pulling the lever to the starting position, pilot air valve 434 is raised. Pilot air taken from the reservoir passes through the blocking v/v attached to the engine turning gear 323, ~~through~~ through valve 434 to the starting air control v/v 431 and to the actuating v/v 436-51 fig of the automatic starting air shut off v/v 436. The last named is caused to open and admit starting air to the engine manifold, feeding the starting v/v and also feeding the starting air control v/v.

Pilot air reaching the latter forces them with their rollers on the starting cam 433. Depending upon the position of the cam one or other of the starting v/v is opened by the control air acting on the piston on the v/v spindle. Thus the engine turns under the action of the starting air, fires and then the starting lever is released to its normal position by the spring fitted.

Valve 434 is then closed and pilot air line is vented. The rapid collapse of pressure on the pilot air connection of the starting air control v/v 431 allows their springs to move the v/v and rollers away from cam 433. Thus the starting air v/v are no longer

actuated.

The collapse of pressure in the pilot air line causes the automatic starting shut off v/v is gradually relieved through small leakage points in the starting v/v and can be vented through a needle v/v before the engine overhauls see fig.



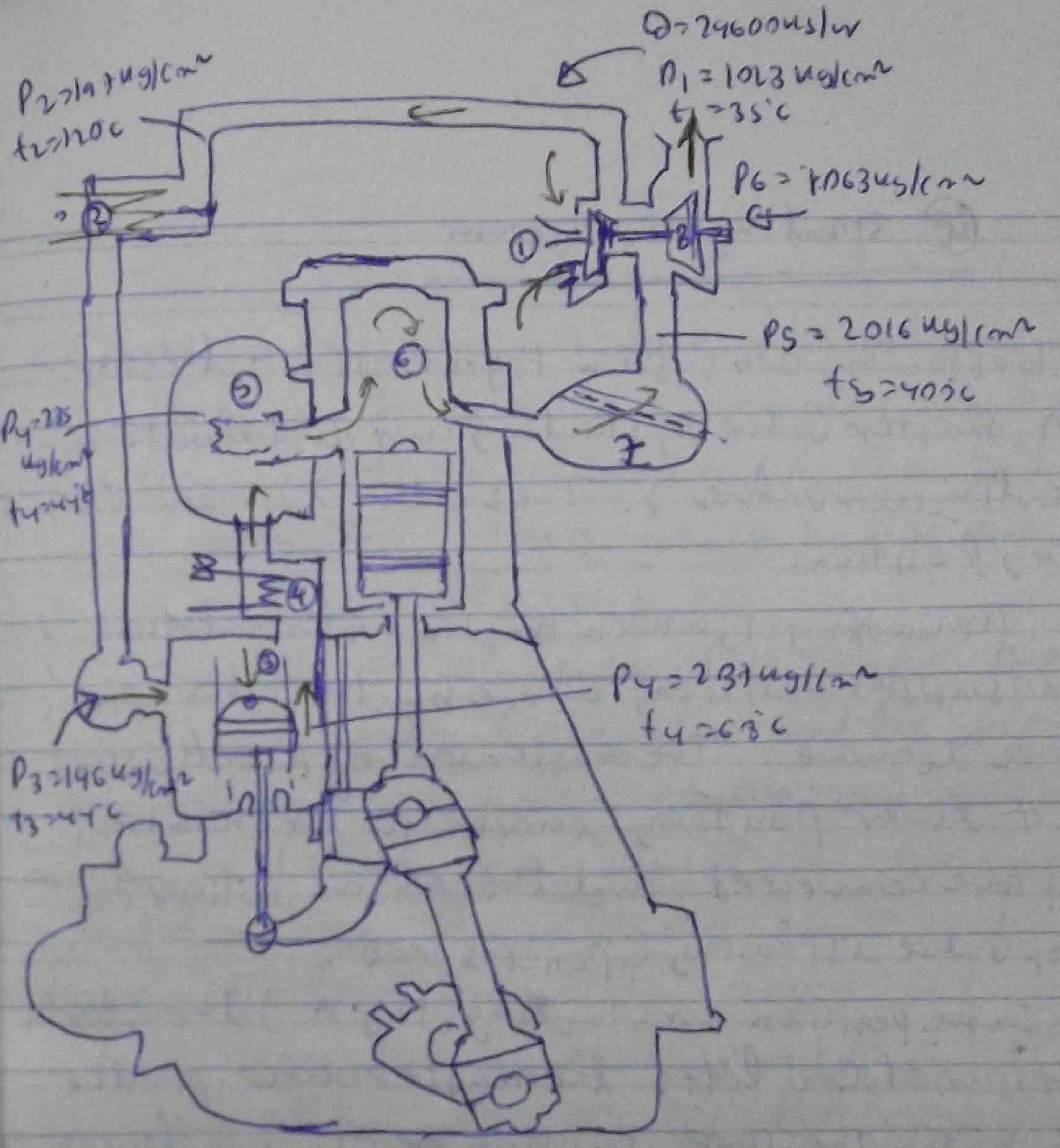
(25) Supercharging Arrangement

The supercharging system of the Fiat engines is shown in fig. a which also includes, as an example, the values of pressure and temperature at various points for the 1060S engine functioning at a normal output of 24400 hp level at 106 rev/min and with ambient temperature of 30°C.

The exhaust turbo blower is shown at the top right-hand corner where 1 is the centrifugal air blower, or compressor and 8 the exhaust gas turbine. Atmospheric air enters the blower and is circulated to the first stage of compression. A set of seawater circulated intercoolers is interposed in the path of the air at 2 in order to remove the heat introduced with the compression process. From the intercooler 2 the air enters a manifold, then proceeds to the reciprocating air pumps at 3, where in the air pressure is further augmented.

The heat of compression is dissipated by passing the air through the second set of intercoolers at 4. From these intercoolers the air flows in to the second scavenge air manifold 5, which is the large capacity. Thence in to the engine cylinders at 6. The exhaust gas from the cylinders flows in to the exhaust manifold 7, and proceeds to the exhaust turbine 8, to be discharged finally to an exhaust heat boiler and/or silencer, and so to the atmosphere via the ship's funnel.

The constant pressure system has also the advantage of allowing the most appropriate number of turboblowers to be chosen, thus obtaining the best operating conditions independently of the number of cylinders. The turbo blowers can also be placed away from the engine as may be required by special circumstance and conditions.



supercharging system.

26 Starting Air System

The starting air system Fig consists of the stop valve A, master valve B, starting air distributors C and starting air valves 7. The system is shown in stand by position.

The bushing 1, which has an external thread is in its upper position, whereby the valve spindle 2 is free to move. The master valve spindles are in their lower position, in which the chambers 3 and 4 are connected, and the centre collar on the stop valve is closing upon its seat.

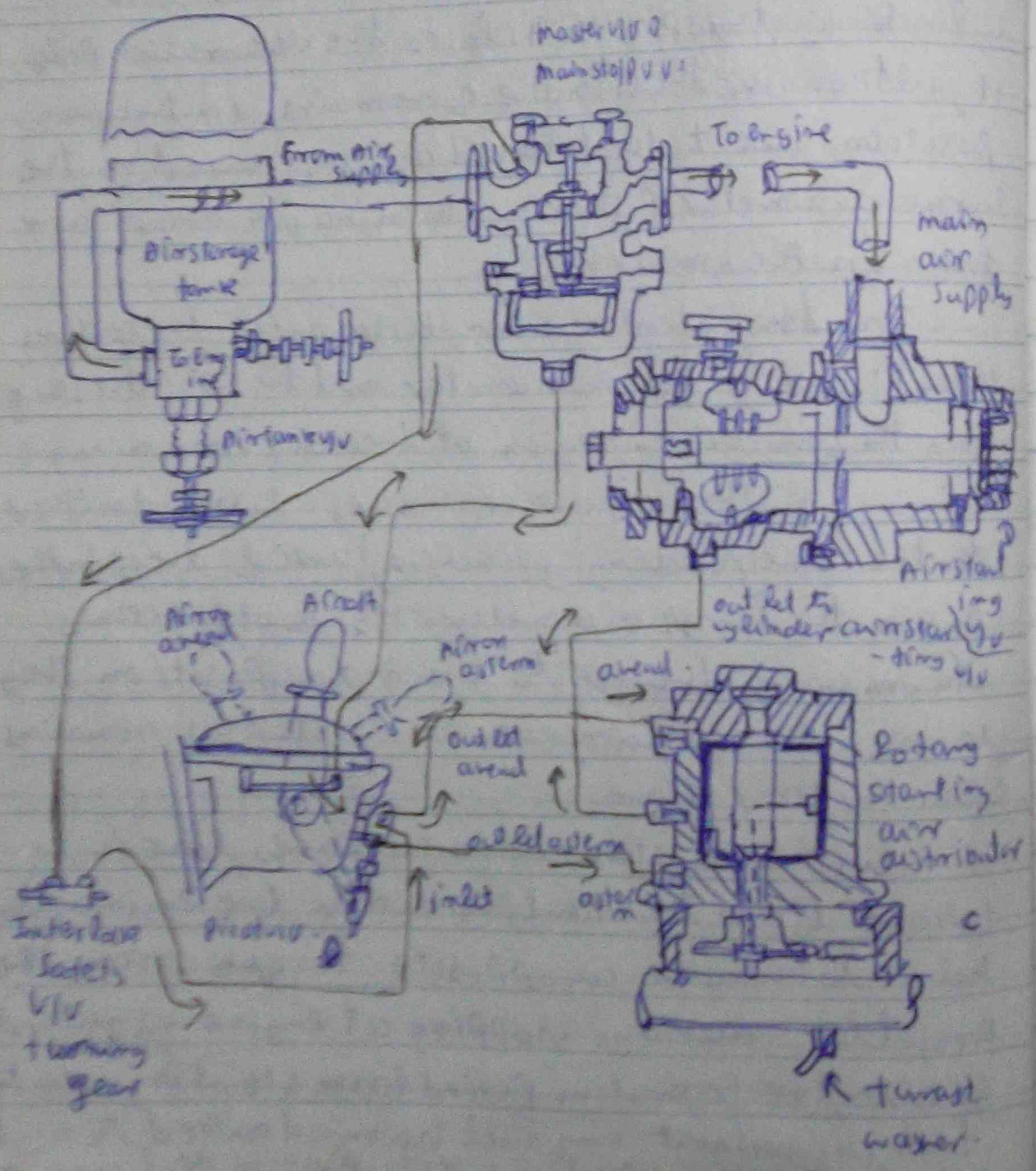
In the position for starting (Fig A) the cylinder 5 is pressurized and lifts the master valve spindle whereby the pressure in chamber 4 is released and spindle 2 lifts and admit air to C and D, the spindle of the former being pressed down on to the cams, when the spindles are at the smaller diameter region of the cams, air is admitted to space C in the starting air valve, which opens and admits air to the engine cylinder.

In fig B the air pressure is relieved from cylinders, the spindle 7 closes the deaeration pipes 11, although the spindle 8 remains in the open position, due to the delayed action caused by the large diameter pistons, which has to draw air through the small hole 10.

In the starting air distributor the collars 12 and 13 are of equal diameter and the spindles are on the small dia. region of the cams remain open and starting air continues to be admitted to the corresponding cylinders, until the spindles are on the large diameter region of the cams from where they go to their top position, they do not go down again, even if the stop v/v remains open for some time.

With this system there continues to be a torque from the starting air on the engine, to help to overcome an opposite torque from the propeller during stopping of engine at reversing i.e. in the transition period from starting air to fuel oil, without any fuel being admitted to a cyl. that has an open starting air v/v. A section dealing with

service and test bed results is given on page-



27 Fuel Injection System

In the timing-valve injection system a multi-ram fuel pump, with usually a pump for each cylinder, supplies fuel at a high pressure of 6000 to 8000 lb/in², say 400 to 550 bar, through a pipe system and distributor block to accumulator bottles mounted on the entablature of the engine. These bottles are then piped to timing valve actuated by cams and levers. When a timing valve is lifted by its cam and lever, fuel flows from the high-pressure fuel bottle, through the timing valve and piping, to the automatic spring-loaded fuel injectors of Bryce or similar type. The fuel injector springs are loaded and are set to lift at a pressure of 170 bar. Each timing-valve actuating lever is mounted on a sliding rod, which is operated from the manoeuvring lever at the control station of the engine to give the period of injection required according to the quantity of fuel to be injected. The fuel pressure is controlled by means of an air loaded spill valve in which the air loading pressure can be varied by

means of a regulating valve at the control station. The spill valve has a hardened tool steel seat and a stellite hemispherical valve lid held to the seat by air pressure acting on a larger diaphragm. At the inlet to the spill valve there is a high pressure filter consisting of a number of discs with slots only 0.002 in deep. This filter can be cleaned by blowing compressed air backwards through the element. The arrangement of the fuel system using timing valves, and spill valve, is shown in Fig.

Before initially starting an engine a small air driven pump is used to raise the pressure in the fuel system to about 1500 to 2000 lb/in², 100 to 140 bar. Once this pressure has been raised it is not necessary to use this high pressure pump during subsequent occurring of running of the engine.

The fuel injectors sit on a cone-end in a sleeve attached to the cylinder, and they are watercooled by distilled water from a separate pump and cooling system to avoid any possibility of contamination of the jacket water. Replacement of the injector nozzles is relatively simple and inexpensive operation, these being of highly special-ized and standardised manufacture.

The fuel cam toe is adjustable and can be rotated relative to the cam shaft, to permit of earlier or later injection so that the maximum cylinder pressure can be adjusted. This cylinder pressure is recommended to be between 65 and 70 atmosph-eres at full load on turbocharged engines. The quantity of fuel to each cylinder can be adjusted by regulating the period of opening of the timing valves. Two adjustments are provided for each timing valve. The link connecting the sliding rod to a lever on the control shaft above can be adjusted in length to increase or decrease fuel quantity over the whole power range and the lever on the control shaft has an →

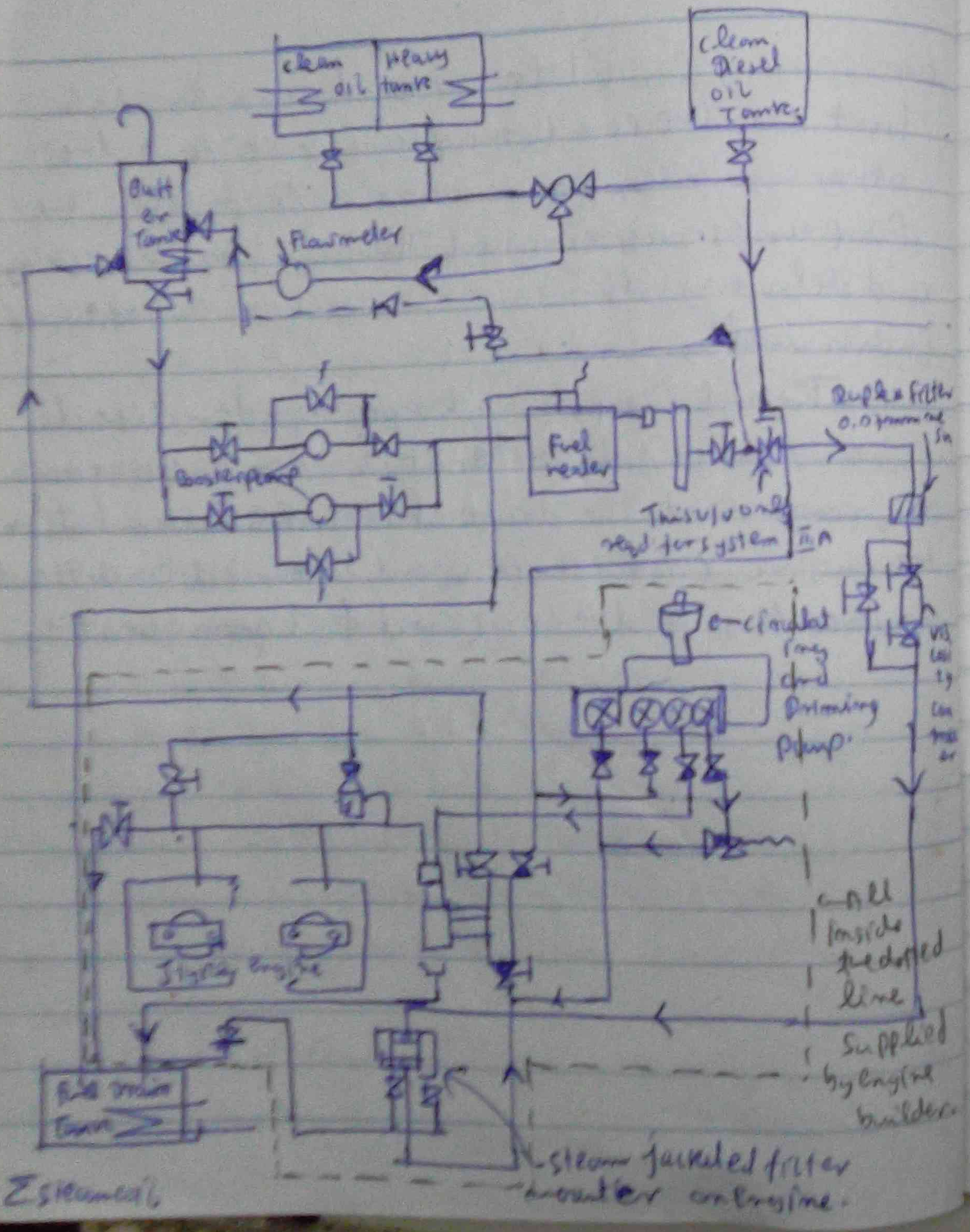
eccentrically mounted pin which alters the effective lever length and enables full-load fuel to be adjusted without affecting the low load setting.

The high pressure fuel pump supplying fuel to the timing valves at 400 to 550 bar has four 6 or 8 plungers, driven by eccentric and arranged in opposed cylinder form. Although normally the pump is left running at max: output, and excess fuel is returned to the supply tank through the spill valve, means for controlling the pump output in an emergency is provided by helical lands on the rotable pump plungers. At full output each plunger delivers over a period of about 150 of drive shaft angle, giving much smoother operation than the normal jerk pump which has to deliver the full load quantity over a period of about 25° of crank angle.

The fuel pump mechanism is forced lubricated from the main engine system and the plungers are spring loaded towards the crossheads so that in the event of a plunger seizure the other cylinders can continue to operate. The pump units consisting of plunger, barrel, spring and delivery valve can be removed and replaced individually.

The fuel pumps have been standardised with a plunger diameter of 34 mm and a stroke of 50 mm and the drive shaft speed in relation to engine crankshaft speed is varied on different engines to give the required fuel quantity.

Diagrammatic Arrangement of fuel System



Buffer tank

0.2m diameter tube - tube lagged top tube at least 0.06m above top of service tank bottom tube at least 0.06m below bottom of service tank.

Fuel system II A

All pipes except x1 & x2 lagged pipes after fuel heater steam traced

Fuel system II A

All pipes except x1 & x2 steam traced & lagged

This connection only required for system II A

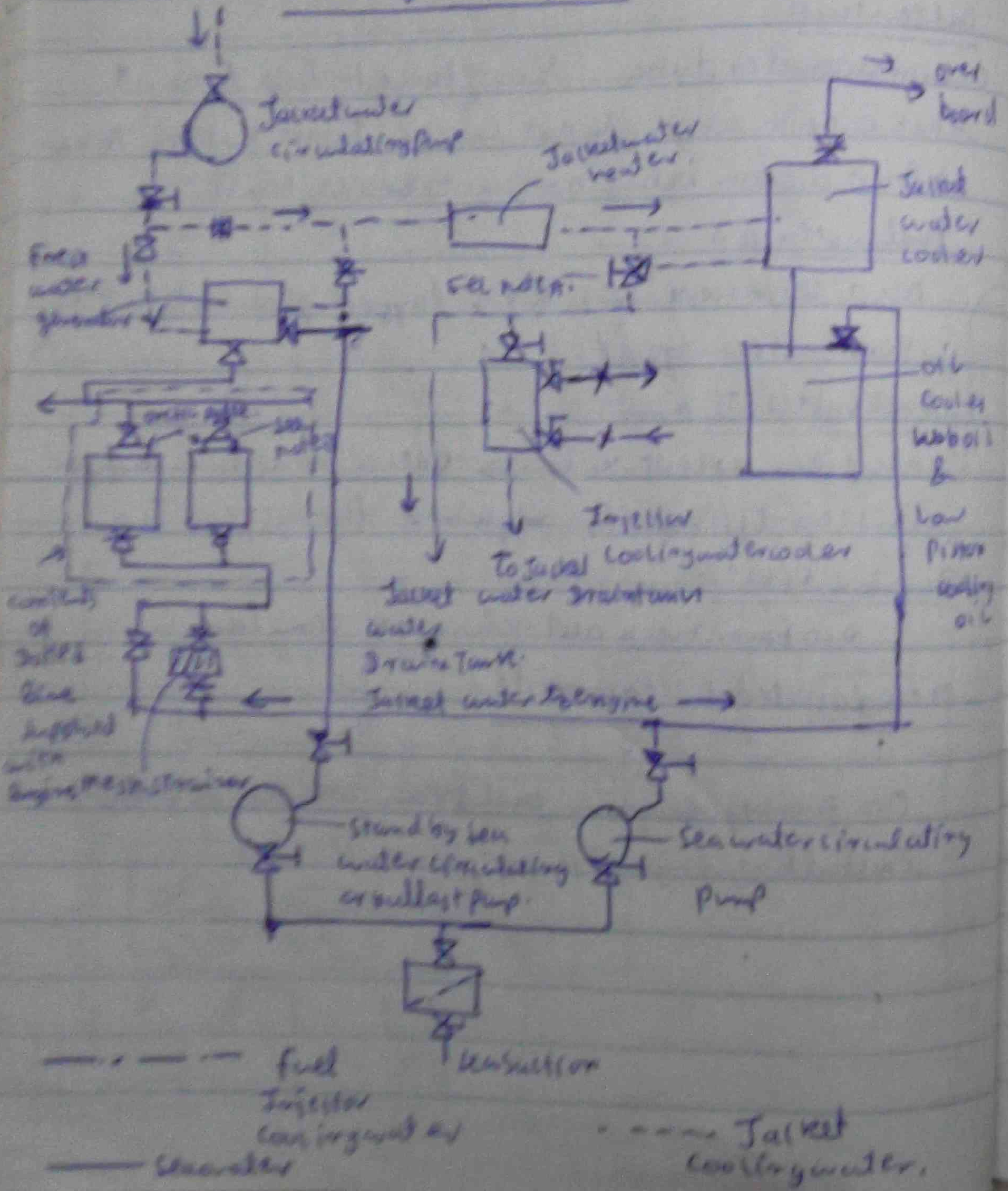
Duplex Filter

0.07mm mesh autoklean or similar

Steam jacketed filter mounter

On engine, lagging and steam connections by installing engineers

Cooling water system

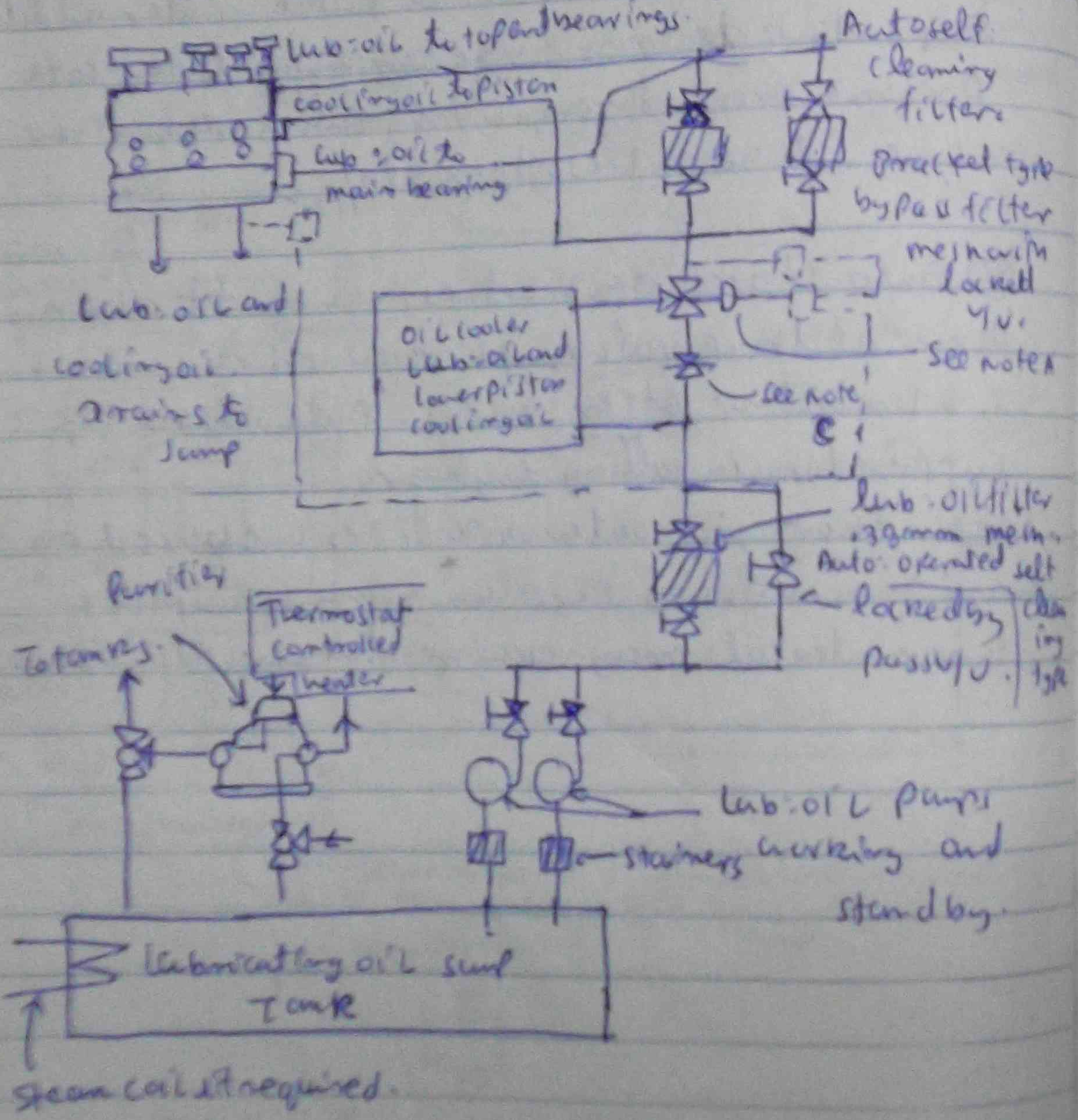


(A) Auto mixing valve to control jacket water outlet temperature ~~to~~ from engine arranged to fail safe pressure drop through valve, fully open either way to be not less than 5 lb/in²

(B) Auto floor control valves may be fitted in place of these valves if required to control air temperature after coolers. Auto valves are supplied by installing engineers.

Note that sea water pipe sizes are based on maximum velocity for aluminium brass pipe, other materials may require larger pipe sizes.

Lubricating and cooling oil system



If filters of the self cleaning type are not used, duplex filters are required both before and after the coolers.

(A) Automatic mixing valve arranged to control oil inlet temperature to engine. High temperature overrides to operate from lower piston cooling oil outlet valve to "fail safe" pressure drop through valve fully open either way, to be between 8 and 12 lb/in^2

(C) valve to adjust pressure drop through by pass. Hand wheel to be removed after adjustment.

(28) Preparations for starting Engine

The recommended sequence of preliminary steps is summerised below. These steps should be taken methodically and unhurriedly.

(1) The jacket cooling water should be heated slowly by circulating freshwater from the auxiliary generator discharge through the main engine system. where such a connection is not provided, steam may be arranged to percolate into the cooling water while it is being circulated by the freshwater pump. The freshwater cooler should be bypassed during this operation. The pipe system and cylinders should be examined for leaks.

(2) The amount of oil in the fuel service tank should be checked

(3) The low pressure fuel oil filters should be examined and cleaned if necessary, all connections to fuel service pump should be opened.

(4) The lubricating oil filters should be inspected and cleaned if necessary

(5) The lubricating ~~pump~~ oil pump should be started after ensuring that all the appropriate valves are open; the oil coolers should be by passed; the oil system should be examined for leaks and the piston cooling oil flow returns checked.

(6) If there is a crank case vapour extraction fan, this should be started

(7) The turbo blower lubricating oil pump should be started, checking the bearing oil temperature.

(8) The cylinder lubricators should be filled and primed by hand pumping. A check should be made for leaks at pipe-joints and plunger stuffing boxes.

(9) All hand lubrication points, eg: those on the manoeuvring gear, reversing gear links etc should be oiled.

(10) The automatic valve should be moved by the handle provided, The air distributor operating

piston should be fired, by moving the test lever to ensure that it operates freely, the components should be lubricated.

(11) After opening the indicator cocks, the engine should be moved through at least one complete revolution by means of the turning gear. This is important, especially if the engine has been stopped for an appreciable ~~of~~ length of time because if water for one reason or another has accumulated in the cylinders, damage is thereby obviated (cylinders have been known to be wholly or partially flooded, by way of the silencer and piping, when in tropical port during the wet season)

(12) The fuel oil system should be primed as may be described in the builder's operating instructions.

(13) The manoeuvring air compressor should be started and the air reservoirs charged to the required pressure.

(14) The turning gear should be disengaged

(15) The auxiliary or emergency scavenge air blower should be started, if such a unit is part of the installation

(16) The air reservoir stop valve should be opened all air drains should be shut off.

(17) If conditions external to the ship are safe and if permission is given by the bridge the engine should be tried ahead and astern on starting air

(18) The engine is now ready for manoeuvring when stand by is rung on the telegraph from the bridge the indicator cocks should be closed.

J.P.

P.R.M

KN (53)

Mg Thant Zin
Second Year
G.T.2 [illegible]

120

KN (53)

(12) [illegible] ပုစ္ဆာများ

(1) Diameter $\frac{1}{2}''$ နှင့် အရှည် 10' ရှိသော သံချောင်းတစ်ချောင်း၏ [illegible] 560# လေးသော ဝန်ကို [illegible] ကျဆင်းရာမှ ဖိအား [illegible] 14 tons/□" ထက် မကျော်စေလိုပါက h ကို ရှာပါ။ $E = 13 \times 10^3$ tons/□"

given $f = 14$ tons/□" , $W = 560\ lb = \frac{1}{4}$ tons

$d = \frac{1}{2}$ in , $A = \frac{\pi}{4}\left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{16}$ sq ins , $h = ?$

$L = 10' = 120$ ins

To find $h = ?$

Calculation

$$f = \frac{W}{a}\left[1 + \sqrt{1 + 2haE/WL}\right]$$

$$14 = \frac{1}{4} \times \frac{16}{\pi}\left[1 + \sqrt{1 + 2h\,\frac{\pi}{16}\,\frac{13000}{\frac{1}{4} \times 120}}\right]$$

$$14 = \frac{4}{\pi}\left[1 + \frac{325 \times 3.14\,h}{6}\right]$$

$$\frac{14\pi}{4} = 1 + \sqrt{1 + \frac{325 \times 3.14\,h}{6}}$$

$$\frac{7 \times \frac{22}{7}}{2} = 1 + \sqrt{1 + \frac{325 \times 1.0472\,h}{2}}$$

$$10 = \sqrt{2 + \frac{325 \times 1.0472\,h}{2}}$$

$$100 = \frac{2+325 \times 1.0472h}{2}$$

$$200 = 2 + 325 \times 1.0472h$$

$$h = \frac{198}{325 \times 1.0472} = 0.582 \text{ in} \leftarrow \text{Ans}$$

17

[illegible] tensile load 6 tons [illegible] CSA 1.5 [illegible] 10' [illegible] $E = 13 \times 10^2$ tons/□" [illegible] $x = \frac{1}{20}$ [illegible]

([illegible] $E = 13500$ tons/□" [illegible])

([illegible])

Due to suddenly applied load at height

Maximum stress $= \boxed{\frac{2W}{a}}$

$$f = 2 \times 6 / 1.5 = 8 \text{ tons/□"}$$

$$x = fL/E$$

$$= 8 \times 120 \times \frac{1}{13500} = 16/225$$

$$= 0.0712$$

[illegible] $x = \frac{1}{20}$

$$f = \frac{xE}{L}$$

$$= \frac{1}{20} \times \frac{13500}{120} = \frac{135}{24} = \frac{45}{8} \text{ tons/□"}$$

$W = ?$, $f = \frac{2W}{a}$

$$W = \frac{fa}{2}$$

$$= \frac{45}{8} \times 1.5/2 = \frac{67.5}{16} = 4.21 \text{ tons} \leftarrow \text{Ans}$$

18

[illegible] 2 cm [illegible] 3 meters [illegible] 100 kg [illegible] colour ([illegible]) [illegible] maximum stress [illegible] $E = 205000$ N/mm² Ans

[illegible] 1cm dia [illegible] 100 kg load [illegible] collar [illegible] 4 cm [illegible] maximum stress for extension [illegible]

given

$E = 205000\ N/mm^2$

$d = 2\ cm = 20\ mm \quad | \ A = \frac{\pi}{4}(20)^2 = 100\pi\ mm^2$

$L = 3\ m = 3\times10^2\times10 = 3000\ mm$

$W = 100\ kg$

1 kg (Force) = 9.81 Newton

$\therefore W = 9.81\times100 = 981\ N$

$h = 9\ cm = 90\ mm$

$$f = \frac{981}{100\pi}\left\{1+\sqrt{1+\frac{2\times90\times100\pi\times205000}{981\times3000}}\right\}$$

$$f = \frac{9.81}{3.14}\left\{1+\sqrt{1+\frac{2000\times205\times3.14}{327}}\right\}$$

$$f = \frac{9.81}{3.14}\left\{1+\sqrt{1+3940}\right\}$$

$$= 3.12\left\{1+\sqrt{3941}\right\}$$

$$f = 3.12\ (1+62.2)$$

$$= 3.12\times63.2 = 197\ N/mm^2$$

#3 $L = 3\ m = 3000\ mm$

$h = 4\ cm = 4\times10 = 40\ mm$

$100\ kg = 981\ N$

$A_1 = \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}(20)^2 = 100\pi\ mm^2$

$A_2 = \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}(10)^2 = 25\pi\ mm^2$

Calculation

Extension $x = \frac{PL}{A_1E} + \frac{PL}{A_2E}$

$$x = \frac{PL}{E}\left(\frac{1}{A_1}+\frac{1}{A_2}\right)$$

$$= \frac{P\times1.5\times1000}{205000}\left(\frac{1}{100\pi}+\frac{1}{25\pi}\right)$$

$$= \frac{1.5P}{205}\times\frac{5}{100\pi} = \frac{7.5P}{20500\pi}$$

$$= \frac{3P}{8200\pi}$$

Applying Energy equation

$$W(h+x) = \frac{1}{2}Px$$

$$981\left(40+\frac{3P}{8200\pi}\right) = \frac{1}{2}P\cdot\frac{3P}{8200\pi}$$

$$981\left(\frac{40\times8200\pi+3P}{8200\pi}\right) = \frac{3P^2}{2\times8200\pi}$$

$$2\times981(40\times8200\pi+3P) = 3P^2$$

$$2\times327(40\times8200\pi+3P) = P^2$$

$$P^2 - 1962 - 67400000 = 0$$

$$P = 27000\ N$$

maximum stress

$$f = P/A = \frac{27000}{25\pi} = 343\ N/mm^2$$

$$x = \frac{3P}{8200\pi}$$

$$= \frac{3 \times 27000}{8200\pi}$$

$$= 3.14 \text{ mm}^2$$ ← Amp

E- machine

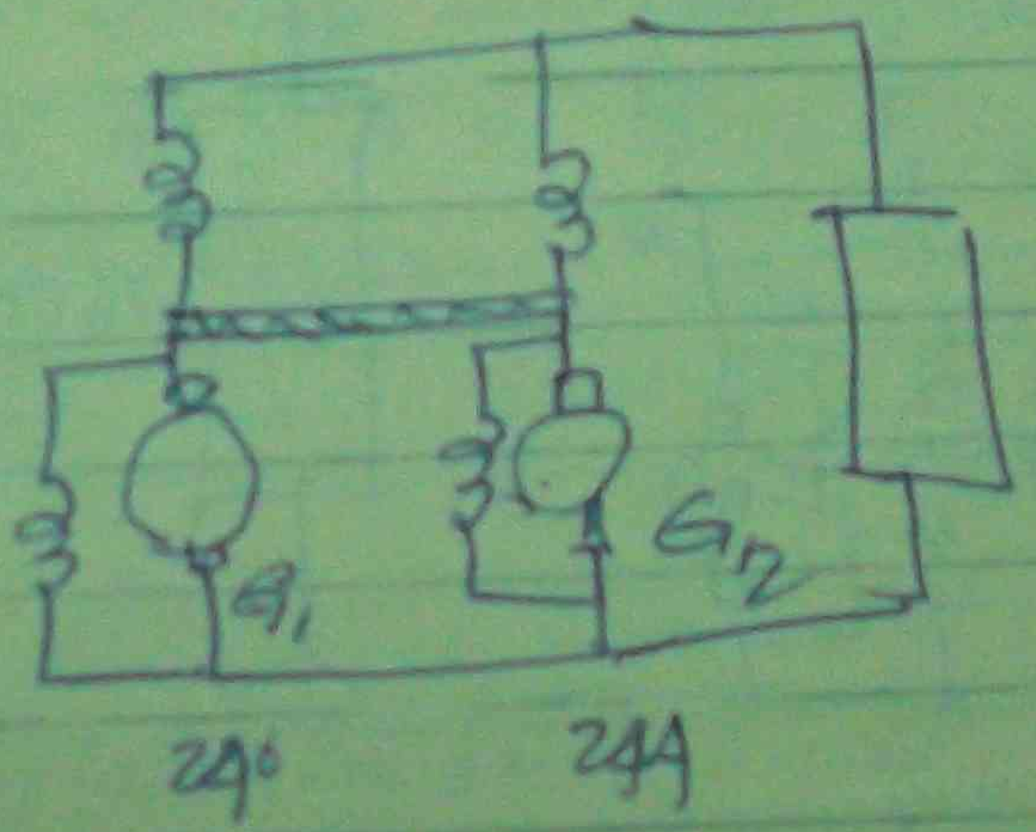
① 2 compound generators A and B fitted equalizer bar supply a total load current of 500 Amp the data regarding the machine are armature resistance A = 0.01 Ω, B = 0.02 Ω; calculate

(a) current in each armature

(b) current in each series winding

(c) The current flowing in the equalizing

(d) The busbar voltage. Shunt current may be rejected.



angle at inlet. The exit velo: and direction of the steam, the W.D/lb of steam and the diagram m:

If the turbine is supplied with 4 lbs of steam/sec find the H.P of the wheel and the axial thrust.

compressor

Prob/ A single stage acting air compressor delivers air at 100 lb/□" and 350°F compression takes place according to the law $pv^{1.25}$ = const., the temp: at the commencement of compression 80°F. Neglecting the clearance vol: sketch the indicator diagram and determine

(a) the vol of the sections pr: — 13.6 ft³

(b) the H.P required to drive the compressor for delivery 0.1 lb/sec and a mech: effect of 85% — 54 HP

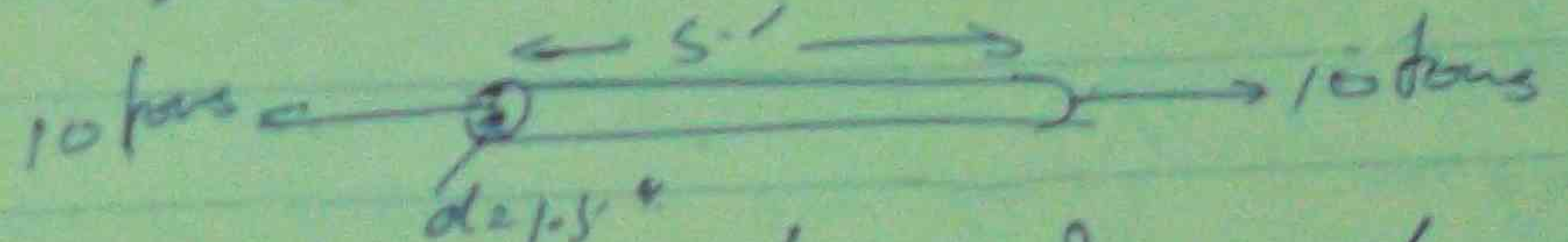
(c) the isothermal effec² (R for air 53.3 ft lb/lb°F) — Isothermal η = 81%

Strength

P.R.M.

① steel bar [illegible] 5' [illegible] 1.5" [illegible] steel bar 10 tons [illegible] stress [illegible] strain [illegible] Elongation [illegible] steel bar [illegible] Reduction in diameter [illegible] E = 30×10^6 p.s.i.

Poission Ratio 0.3 (m) [illegible]



Stress = ? Strain = ? , Elongation = ? Reduction in dia: = ?

E = 30×10^6 p.s.i μ = 0.3

c.s.A of steel bar = $\frac{\pi}{4}(1.5")^2$

Stress = $S_1 = \frac{P}{A} = \frac{10\times2240}{\frac{\pi}{4}\times(1.5")^2}$ =

Strain = $\frac{\text{Stress}}{E} = \frac{10\times2240}{\frac{\pi}{4}\times(1.5")^2}\times\frac{1}{30\times10^6}$ =

Elongation = Strain × original length

$= \frac{10\times2240}{\frac{\pi}{4}\times(1.5")^2}\times\frac{1}{30\times10^6}\times5\times12$.

$\mu = \frac{\text{lateral strain}}{\text{longitudinal strain}}$

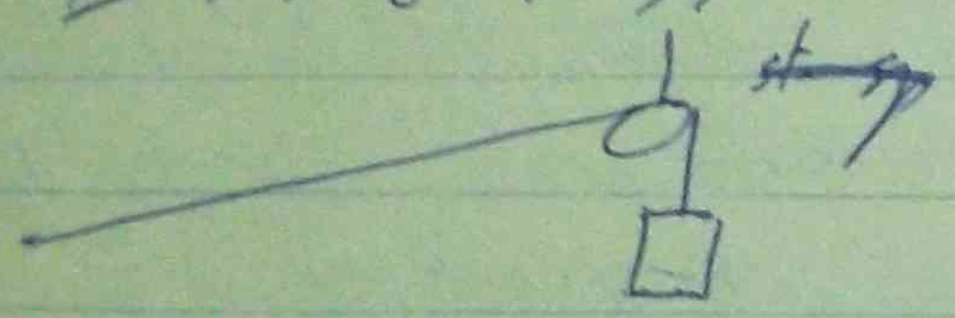
Strain = $\mu\times$ long. strain = $0.3\times\frac{10\times2240}{\frac{\pi}{4}\times(1.5")^2}\times\frac{1}{30\times10^6}$

Reduction in dia: = lateral strain × D

$= \dfrac{0.3 \times 10 \times 2240}{\frac{\pi}{4} \times (1.5)^2} \times \dfrac{1}{30 \times 10^6} \times 1.5$

=

P.R.M ② $\frac{1}{4}$ in [illegible] steel [illegible] 500 ft [illegible] 300 lb [illegible] [illegible]



steel [illegible] specific weight = 0.283 lb/in³

$E = 30 \times 10^6$ p.s.i

Volume of steel rope = $\frac{\pi}{4} \times (\frac{1}{4})^2 \times 500 \times 12$ in³

Total weight of steel = $\frac{\pi}{4} \times \frac{1}{16} \times 500 \times 12 \times 0.283$

Average weight of steel = $\frac{1}{2} \times 6000 \times 0.283$

load + — — — — = $300 \times \frac{\pi}{128} \times 6000 \times 0.283$

Stress = $\dfrac{\text{load}}{\text{c.s.A}} = (300 + \frac{\pi}{128} \times 000 \times .283$

Strain = $\dfrac{\text{Stress}}{E}$

Elongation × original length = 1.44 in

P.R.M ③ 2.4 cm external dia: [illegible] 1.8 cm external dia: [illegible] steel tube [illegible] 1.5 cm dia [illegible] copper rope [illegible] temp. [illegible] longitudinal stress [illegible] temp: [illegible] rope [illegible] tube [illegible] stress [illegible]

$E_S = 210{,}000\ N/mm^2$, $E_c = 100{,}000\ N/mm^2$

Coefficient of linear expansion $= \alpha_S = 11 \times 10^{-6}/°C$

$\alpha_c = 18 \times 10^{-6}/°C$

[illegible] constant [illegible] copper tube [illegible] steel tube [illegible] copper [illegible] compression [illegible] steel [illegible] tension [illegible]

Let S_c = Compressive stress in copper

S_S = tensile stress in steel

Equilibrium equation.

$S_c \left(\frac{\pi}{4}\right)(1.5)^2 = S_S \left(\frac{\pi}{4}\right)(2.4^2 - 1.8^2)$

$S_c = 1.12\ S_S$ — ①

Compatibility equation (It may be assumed that the original length are the same.

Temp strain of rod − compressive strain = Temp: strain of tube and tensile strain

$$18\times10^{-6}(200-10) - \frac{S_c}{100,000} = 11\times10^{-6}(200-10) + \frac{S_s}{210000}$$

$$1.96\, S_s + 10\, S_c = 1330 \quad \text{(ii)}$$

Substituting for S_c from (i) in (ii)

$$S_s = 1330/15.96 = 83.3\ N/mm^2$$

$$S_c = 1.12 \times 83.3 = 93.3\ N/mm^2$$

P.R.M (3) [illegible] copper plate [illegible] steel bolt [illegible] 200 Fahrenheit [illegible] 15°F [illegible] bolt [illegible] tensile stress [illegible] bolt heads [illegible] copper plate [illegible] compressive stress [illegible]

Coefficient of expansion for Fahrenheit degree
steel = 0.0000062
Copper .00001

Ans 10.06 tons/□"
f for steel = 13,500 tons/□"

P.R.M (4) [illegible] 3000 lb [illegible] weight [illegible] steel [illegible] Bronze [illegible] 1" or 1/4 sectional area [illegible] temp: 64°F [illegible] load [illegible] (a) 60°F [illegible] (b) [illegible] F [illegible] wire [illegible] stress [illegible] steel [illegible] wire [illegible] load [illegible]

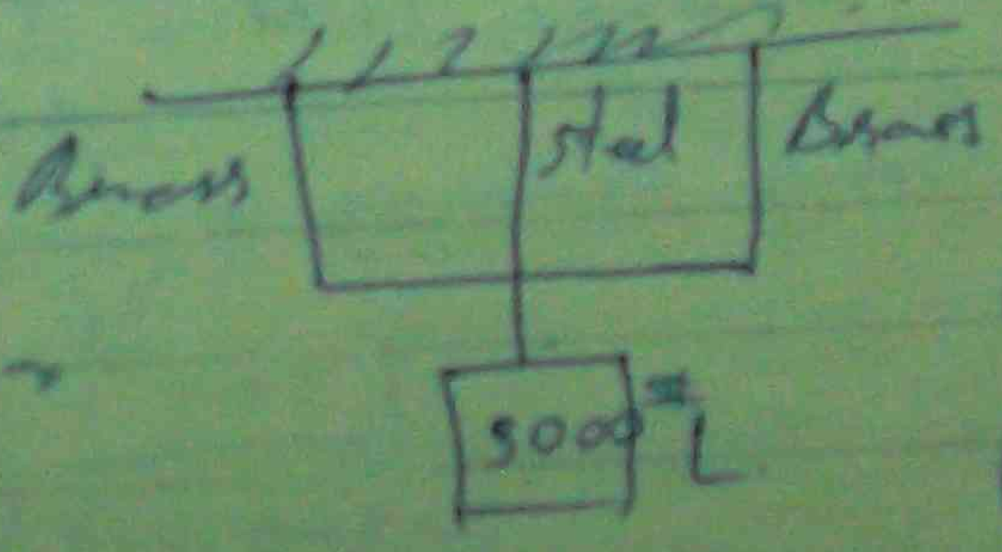
E for steel = 30×10^{6} lb/□"

E for Brass = 12×10^{6} lb/□"

coefficients of expansion for fahrenheit degree

for steel = 0.0000062

for brass = 0.00001

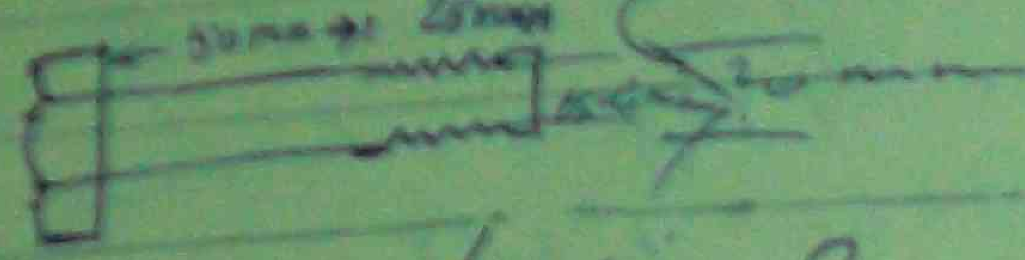


(a) 4000 lb/□"

(b) 11080 lb/□"

448 lb/□" 30.3

P.R.M ⑥ [illegible] 10 KN tensile load [illegible] bolt [illegible] strain energy [illegible]



[illegible] Rod dia [illegible] bolt [illegible] shank [illegible] same maximum stress [illegible] strain energy [illegible]

$E = 205000\ N/mm^2$

load [illegible] screwed portion [illegible] core [illegible] Rod dia 16.6 mm [illegible] core [illegible] $217\ mm^2$ [illegible]

stress in screwed portion $= 10,000/217 = 46\ N/mm^2$

stress in shank [illegible] 20 mm dia area $314\ mm^2$)

$= 10000/314 = 31.8\ N/mm^2$

strain energy $U = \frac{S^2}{2E} \times AL$

Total strain energy $= \frac{1}{2E}(S_1^2 A_1 L_1 + S_2^2 A_2 L_2)$

$= \frac{1}{2 \times 205,000}(46^2 \times 217 \times 25 + 31.8^2 \times 314 \times 50)$

$= 67\ Nmm$

shank [illegible] 16.6 mm dia [illegible] bolt [illegible]

[illegible] stress [illegible] bolt [illegible] 46 N/mm^2 [illegible]

[illegible] strain Energy [illegible] $= 46^2 \times 217 \times 75/(2 \times 205000)$

$= 84\ Nmm$

P.R.M ⑦ [illegible] steel bar [illegible] 1 cm dia [illegible] 4 cm [illegible] 100 kg [illegible] maximum stress [illegible] extension [illegible]

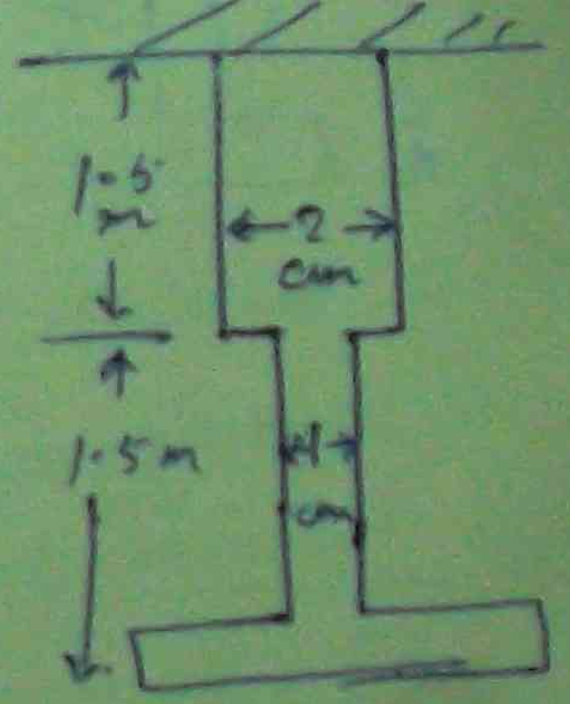
[illegible] maximum stress [illegible] gradually applied load [illegible]

steel bar [illegible] extension [illegible]

$x = \frac{PL_1}{A_1 E} + \frac{PL_2}{A_2 E}$

$= \frac{P \times 1500}{(25\pi)E} + \frac{P \times 1500}{(100\pi)E}$

$= \frac{75P}{\pi \times 205000}$ —— ①



Applying the energy equation

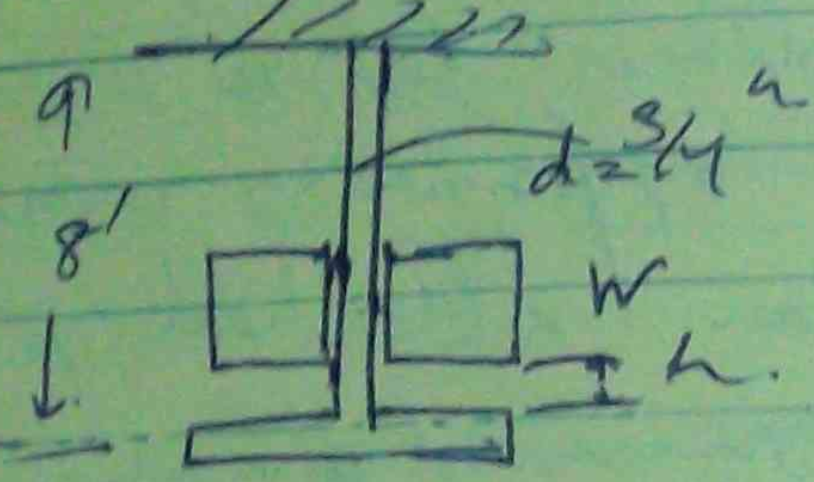
$W(h+x) = \frac{1}{2}Px$

$981\left(40 + \frac{75P}{\pi \times 205000}\right) = \frac{1}{2}P\,\frac{75P}{\pi \times 205000}$

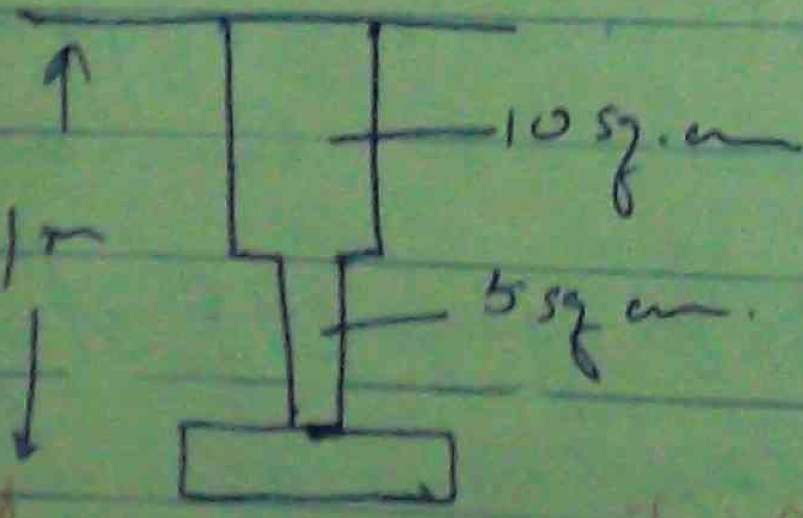
From ① $\times \frac{\pi \times 205000}{75}$

$\frac{P^2}{2} - 981 - \frac{981 \times 40 \times \pi \times 205000}{75} = 0$

[illegible]
$E = 13000$ t.s.i [illegible]
[illegible]



P.R.M (13) 1m [illegible] rod [illegible] 10 sq.cm [illegible] portion [illegible] 5 sq.cm [illegible] portion [illegible] ~~Write~~ stepped [illegible] strain energy [illegible] max. stress [illegible] 1 m [illegible] 10 sq.cm [illegible] bar [illegible] strain energy [illegible] stepped bar [illegible] 10 sq.cm [illegible] portion [illegible] (40cm)



$$\text{Strain energy} = \frac{S^2 Al}{2E}$$

$$\frac{S^2 a_1 l_1}{2E} + \frac{S^2 a_2 (100 - l_1)}{2E} = \frac{S^2 \times a_1 \times l}{2E}$$

$$S^2 \times 10 \times l_1 + S^2 \cdot 5 \cdot (100 - l_1) = \frac{P^2}{a^2} \, 10 \times 100$$

$$\left(\frac{P^2}{P^2} \times 10 \times l_1\right) + \left\{\frac{P^2}{5^2} \times 5 \cdot (100 - l_1)\right\} = \frac{P^2}{5^2} \times 10 \times 100$$

$$\left(\frac{1}{10} \times l_1\right) + \frac{1}{5}(100 - l_1) = 40$$

$$\frac{l_1}{10} + \frac{100 - l_1}{5} = \frac{40 \times 40}{100} = 16$$

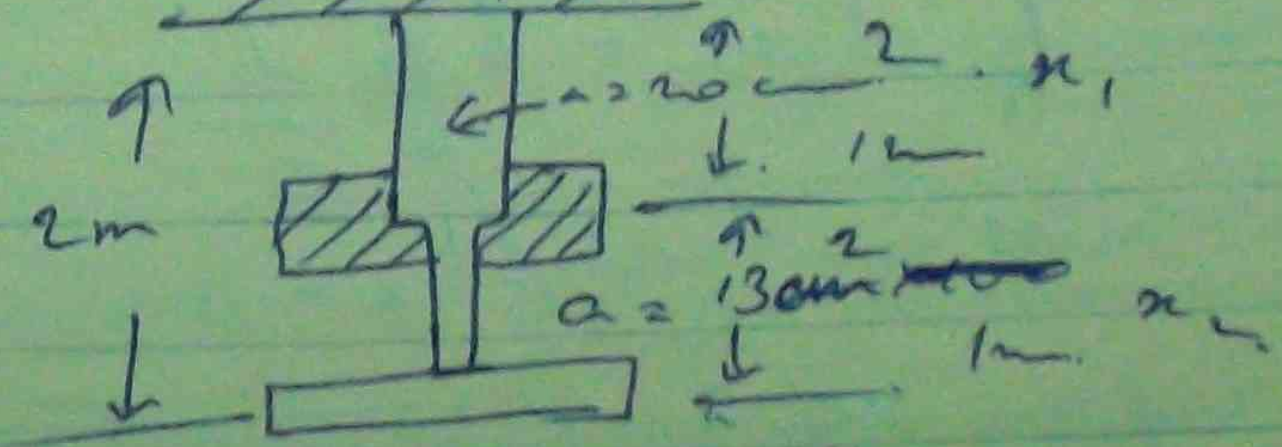
$$l_1 + 200 - 2l_1 = 160$$

$$-l_1 = 160 - 200 = -40$$

$$l_1 = 40 \;// \;\text{Ans:}$$

P.R.M (14) 2 meter [illegible] vertical rod [illegible] [illegible] collar [illegible] vertical rod [illegible] 30 sq.cm [illegible] 1 meter [illegible] 100 [illegible] loading [illegible] collar [illegible] maximum stress 5.0 N/mm² [illegible]

1.32 cm



$$S_{max} = 5.0 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 20000 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta_l = \delta_1 + \delta_2 = \frac{Pl_1}{A_1 E} + \frac{Pl_2}{A_2 E}$$

$$= \frac{Pl}{E}\left(\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}\right)$$

~~$= \frac{1\times100}{200000}\left(\frac{1}{20}+\frac{1}{13}\right) = \frac{P\times3300}{200000\times200}$~~

~~[illegible] $(h+x) = \frac{1}{2}Px$~~

~~[illegible] $(h+x) = \frac{1}{2}Px$~~

~~$= \frac{1}{2}Px = \frac{P\times3300}{200000\times200}$~~

---

max. stress $= 50\ N/mm^2$

x = extension

$x = x_1 + x_2 = \frac{Pl_1}{A_1E} + \frac{Pl_2}{A_2E_2}$

Rod [illegible] = 2meter = 200cm

[illegible] = 1meter = 1×100 cm

1meter = 1×100 cm

max. stress $= \frac{f}{A}$

[illegible] weight [illegible] = 1000

$f = \frac{W}{A}\left\{1+\sqrt{1+\frac{2AEh}{WL}}\right\}$

[illegible] ⇒ ① $f = \frac{1000}{20}\left\{1+\sqrt{1+\frac{20\times h\times200}{1000\times200}}\right\}$

② $f_2 = \frac{1000}{13}\left\{1+\sqrt{1+\frac{13\times h\times200}{1000\times200}}\right\}$

[illegible] = ①+②

$f_1 + f_2 = 50$

$50 = \frac{1000}{20}\left\{1+\sqrt{1+\frac{20\times h\times200}{1000\times200}}\right\} + \frac{1000}{13}\left\{1+\sqrt{1+\frac{13\times h\times200}{1000\times200}}\right\}$

[illegible] $h = 1.32\ cm$ [illegible]

P.R.M (?) Ex ① Load [illegible] lift [illegible] 10cm [illegible] lift [illegible] cage [illegible] 100 kg [illegible] 25 meter [illegible] wire [illegible] 0.9kg [illegible] diameter [illegible] 1.6 mm [illegible] maximum stress [illegible] 90 N/mm^2 [illegible] limit [illegible] wire [illegible] Young Modulus E [illegible] 70,000 N/mm^2 [illegible] maximum load [illegible]

Maximum stress [illegible] wire [illegible] initial stress [illegible] cage [illegible] wire rod [illegible]

$$\text{initial stress} = \frac{100 + 25 \times 0.9}{49 \times (\frac{\pi}{4})(1.6)^2}$$

$$= 1.24\ kg/mm^2 = 12.2\ N/mm^2$$

[illegible] permissible stress $90\ N/mm^2$ [illegible] initial stress [illegible] impact [illegible] increased stress [illegible] $77.8\ N/mm^2$ [illegible] static load [illegible]

$$\text{static load} = (90 - 12.2) \times \frac{\pi}{4}(1.6)^2 \times 49$$

$$= 7670\ N = 782\ kg$$

$$\text{Extension} = \frac{SL}{E} = \frac{77.8 \times 25 \times 100}{70,000} = 2.78\ mm$$

[illegible] W [illegible] load [illegible] Energy Equation [illegible]

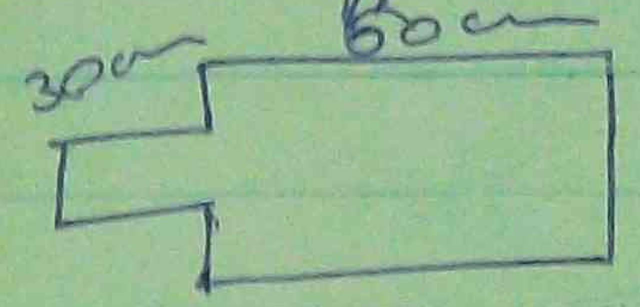
$$w(h+x) = \frac{1}{2} P x$$

$$w(10 + 2.78) = \frac{1}{2} \times 782 \times 2.78$$

$$w = 85\ kg\ \#$$

P.R.M (16)

(C) [illegible] compound bar [illegible] 30 cm dia, [illegible] steel rod [illegible] 60 cm [illegible] copper rod [illegible] 50 kN



[illegible] portion [illegible]

(a) copper rod [illegible] dia, (b) steel [illegible] copper rod [illegible] stress [illegible] (c) compound bar [illegible] $E_s = 205,000\ N/mm^2$, $E_c = 110,000\ N/mm^2$

P.R.M (17) 25 mm dia: [illegible] steel tie rod [illegible] 3 mm [illegible] 40 mm mean dia: [illegible] brass tube [illegible] tube [illegible] washes [illegible] Nut [illegible] washes [illegible] tie rod [illegible] Nut [illegible] tube [illegible] compressive stress $30\ N/mm^2$ [illegible] tie rod [illegible] tensile load 45 kN [illegible] tie rod [illegible] tube [illegible] resultant stresses [illegible]

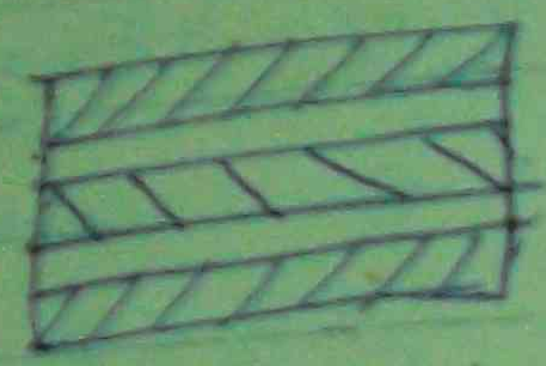
(1) When there is no change of temp.

(2) Temp. increases by $60°C$

$E_s = 205,000\ N/mm^2$, $E_B = 180,000\ N/mm^2$

$\alpha_s = 1.1 \times 10^{-5}\ /°C$, $\alpha_B = 1.89 \times 10^{-5}\ /°C$

Ans. → (1) 93.7, 2.5 N/mm²
(2) ~~1000.6~~ N/mm²
116, 31.6



mean dia = 40 cm
~~sq.~~ (1.5 + 1.5) = 3 cm
.. ~~sq~~ = 40 + 3 = 43 cm, 40 − 3 = 37.

useful Area $= \frac{\pi}{4}\left[(43)^2 - (37^2)\right] = 120\pi$ sq. cm

$\frac{f_{s_1}}{f_B} = \frac{\pi \, 120}{\pi (25)^2}$

$f_{s_1} = \frac{30\pi \times 120}{\pi \times 625} = 22.94$

$f_s = 22.94$ N/mm²

$95 \times 1000 = f_{s_2} A_s 1.302 - 11.92$

[illegible]

$\frac{f_{s_1} - f_{c_1}}{E_s} = \frac{f_{c_1} - f_{c_2}}{E_c}$

$\frac{f_{s_2} - f_{c_1}}{f_{c_1} - f_{c_2}} = \frac{E_s}{E_c}$

[illegible]

$\frac{f_{s_2} - 22.94}{30 - f_{c_2}} = \frac{2000}{1800}$

$\frac{f_{s_2} - 22.94}{30 - f_{s_2} 1.32 + 11.92} = \frac{10}{9}$

$9 f_{s_2} - 22.94 \times 9 = 300 - f_{s_2} - f_{s_2} + 11.92$

$22.02 f_{s_2} = 419.3 - 206.96$

$f_{s_2} = \frac{213.634}{22.02} = 96.6$ N/mm²

temperature

$e_B + e_s = 42 \times 10^{-5}$

$(\alpha_B - \alpha_s) t = (1.8 - 1.1)\, 60 \times 10^{-5}$

$\frac{e_s}{e_B} = \frac{E_B A_s}{E_s A_B}$

$= \frac{1800 \times 120\pi}{2000 \times 625} = 0.604$

[illegible]

$0.604\, e_B + e_B = 42 \times 10^{-5}$

$e_B = 26.19 \times 10^{-5}$

$e_s = (4.2 - 26.19)\, 10^{-5}$

$e_s = 15.81 \times 10^{-5}$

Required stress −
$= 15.81 \times 10^{-5} \times 2000 = ~~31.69~~$ 31.62

[illegible] $45\times10000 = f_{s1}A_s - f_{c1}A_{c2}$

$$f_{c2} = f_{s2}\,1.302 + 11.93$$

equilibrium conditions [illegible]

$$\frac{f_{s2} - f_{c1}}{f_{c1} - f_{s2}} = \frac{\epsilon_s}{\epsilon_c}$$

$$\frac{f_{c2} - 31.62}{30 - f_{c2}} = \frac{10}{9}$$

$$\frac{f_{s2} - 31.62}{30(f_{s2}1.302 - 11.93)} = \frac{10}{9}$$

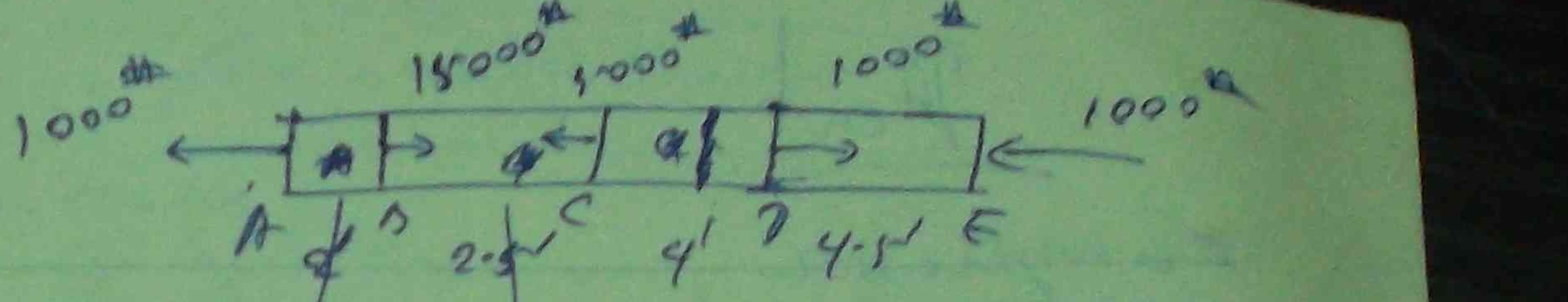
Cross [illegible]

$$2.2 f_{s2} - 285 = 4192$$

$$f_{s2} = \frac{234}{2.02}$$

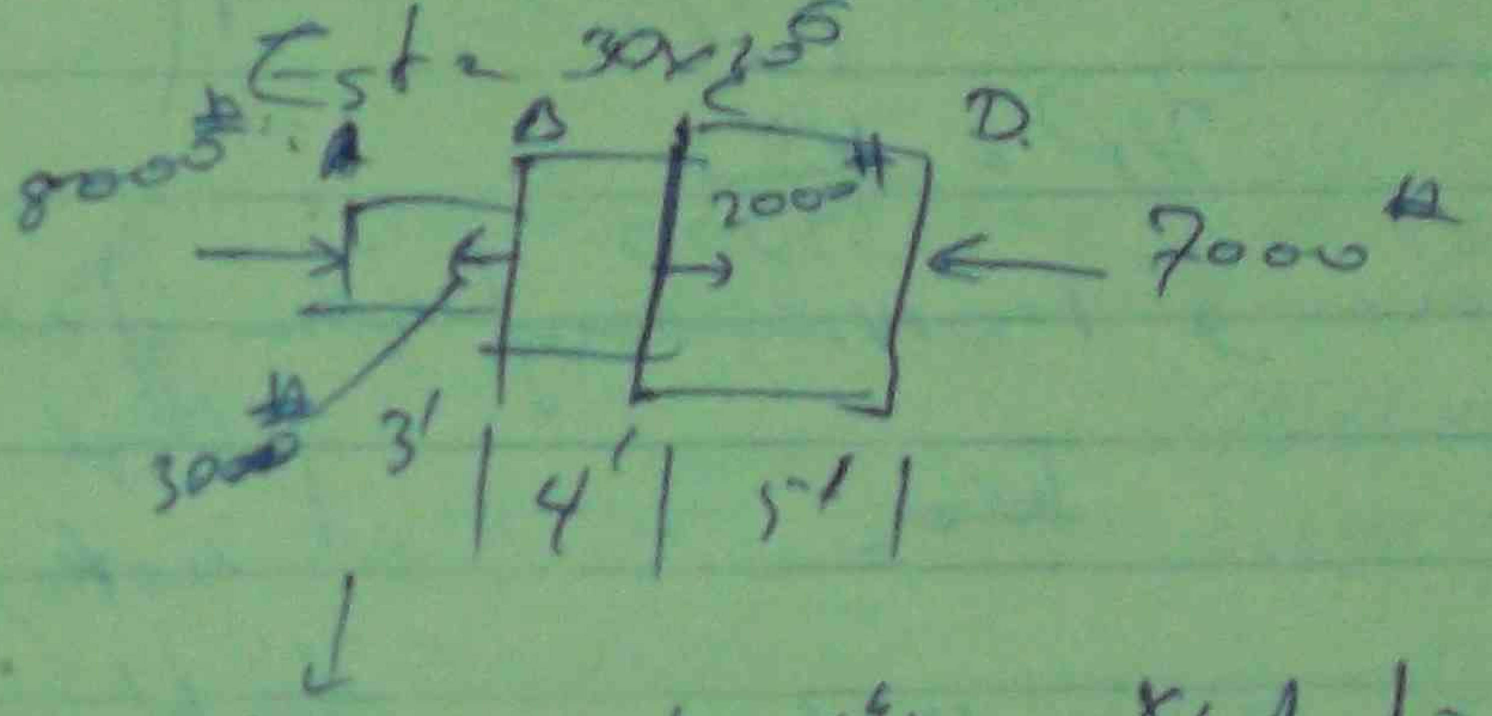
$$= 116$$

P.R. (18) [illegible] cross sectional area of [illegible] Modulus of elasticity $E = 15\times10^6$ psi [illegible]



0.0041 .0056 .00096

total .00158



dia = 2", 3", 4"

$x_{total} = .005526''$

required to drive at . Assume ~~and~~ adiabatic expansion.

$P_1 = 15\ lbs/\square''$, $P_2 = 200\ lbs/\square''$,

$T_1 = 60°F$

dia of the cylinder = 3"

stroke = 6" , 150 RPM

theoritical H.P. ?

$$v = \frac{\pi}{4 \times 4^2} \times \frac{1}{2} = \frac{22}{7 \times 128}\ \text{cft.}$$

[V.D = - - -]

~~Two stage compressor~~

~~efficiency of air compressor~~

~~$$W.D. = P_1 V_1 \frac{n}{n-1} \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - P_1 \right.$$~~

~~Total work required = $W = \frac{n}{n-1} \left[P_1 V_1 \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right. \right. \right.$~~

Two stage compressor

Total work required $$W = \frac{n}{n-1} \left[P_1 V_1 \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right\} + P_2 V_2 \left\{ \left(\frac{P_3}{P_2} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right\} \right]$$

Prob. ③ P.R.M. A two stage air compressor compresses air from 15°C and 15 lbs/□" to 500 lbs/□" the air is cooled in the inter cooler to 30°C and the intermediate pr: is steady at 110 lbs/□". The low pr: cylinder is 4" dia and the stroke for both cylinder is $4\frac{1}{2}$". Assuming a compression law of $pv^{1.35}$ = const, and the vol. of air atmospheric condition, drawn in 1 stroke is equal to low pr: cylinder swept vol., find the H.P. of the compressor when running at 250 R.P.M. Find also the dia: of high pr: cylinder.

$$W.D. = \frac{15 \times \ldots}{n} \cdot \frac{1.4}{1.4-1} \left\{ \left(\frac{500}{15} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} - 1 \right\}$$

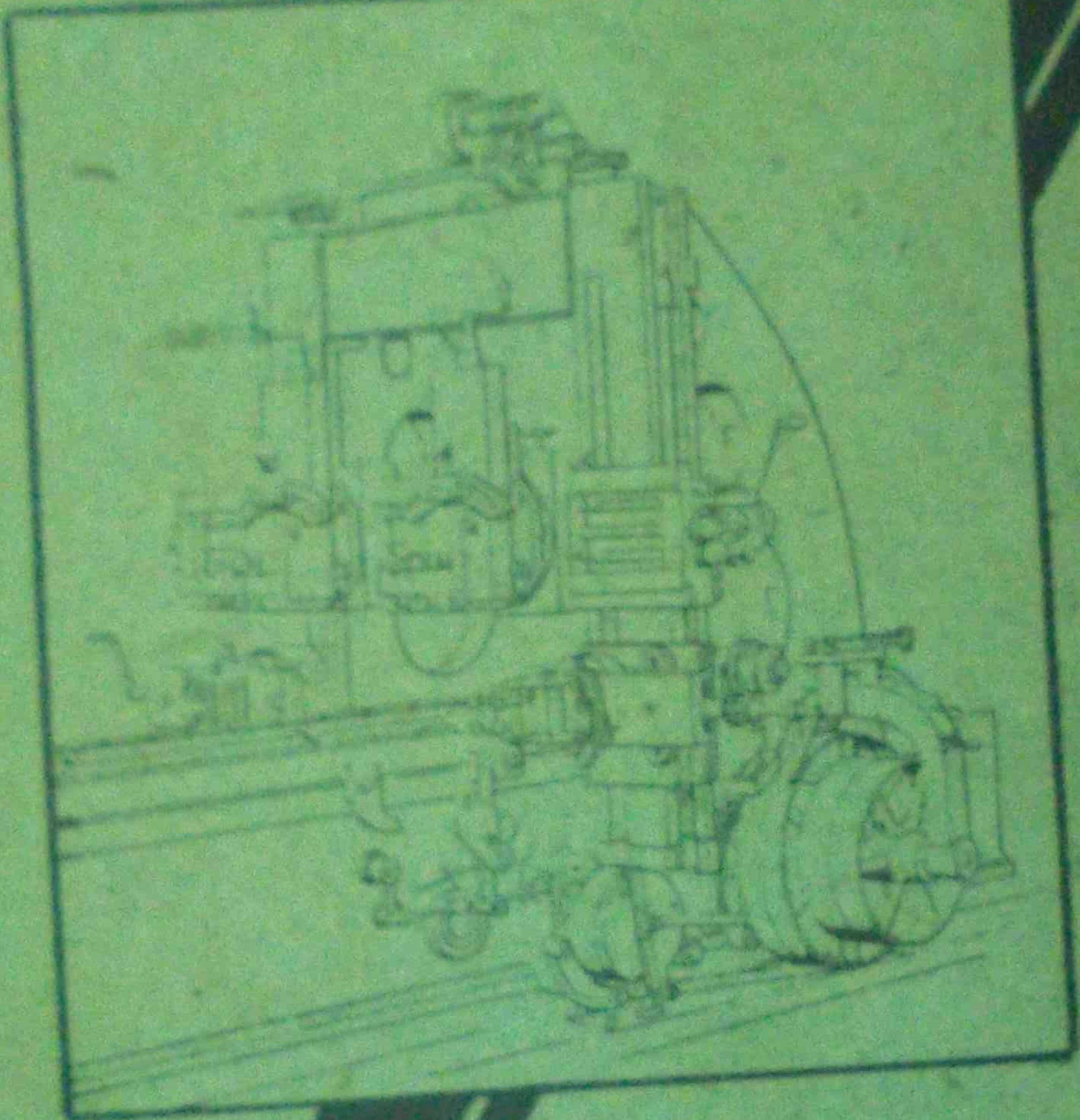
$$H.P. = \frac{W.N}{33000}$$

MID TERN

		Maths	E-tech	Stri	Heat	E-machine	E-measurement	Drawing	Total
1	စိုးဝင်းအောင်	100	63	81	86	93	100	88	611
2	ကျော်ကို	100	59	86	85	85	100	91	606
3	သာထူးဇော်	100	61	77	82	84	100	93	597
4	ချစ်ချစ်ဦး	92	58	66	62	89	98	90	555
5	အောင်မြင့်ဖြိုး	90	55	69	82	80	100	76	552
6	ခင်ကောင်းလွင်	92	61	75	64	78	98	75	543
7	ဖြိုးဇော်မှိုင်း	87	61	78	68	84	98	66	542
8	ဦးဝေအောင်	73	71	65	85	77	100	66	537
9	ခင်ဇော်မြင့်	75	71	78	87	79	84	62	536
10	ခင်ကျော်မြင့်	63	61	75	83	82	86	84	534
11	သိန်းဇော်	84	42	82	81	69	75	96	529
12	ရဲဝင်းသိန်း	75	64	82	67	73	98	61	520
n	ရဲမိုးချို	90	69	71	54	77	82	77	520

KN 5-1

DEPARTMENT OF
TECHNICAL AGRICULTURAL &
VOCATIONAL EDUCATION



KN 51

First Year
Mp & Mt

WORKSHOP TECHNOLOGY

GOVERNMENT TECHNICAL INSTITUTES
BURMA

WORKSHOP TECHNOLOGY

Industrial Safety

လူတို့သည် စက်ရုံအလုပ်ရုံများအတွင်းအလုပ်လုပ်ကိုင်ကြရာ၌၊ မိမိတို့လုပ်ဆောင်ရသောလုပ်ငန်းများအပေါ်တွင်စနစ်တကျထိရောက်သောသွန်းကျင့်မှုမရှိကြသောကြောင့်၄င်း၊ လုပ်ငန်းအပေါ်တွင်စိတ်ပါဝင်စားမှုနည်းပါးပြီးသတိလက်လွတ်ဖြစ်မှုများကြသောကြောင့်၄င်း၊ အလုပ်ကိုအလေးမမူ ဂရုမစိုက် လက်လွတ်စပယ်ဆောင်ရွက်သောကြောင့်၄င်း၊ စက်ပစ္စည်းကရိယာများ ကိုအ ထားဆင်ယင်မှုစနစ်တကျသေသပ်မှုမရှိသောကြောင့်၄င်း၊ စက်ပစ္စည်းကရိယာများ စဉ်ကြန့်ငြိမ်းစေရန်စနစ်တကျထိန်းသိမ်းပြုပြင်မှုနည်းပါးသောကြောင့်၄င်း–

(၁) လူများကိုထိခိုက်ဒဏ်ရာရစေခြင်း၊

(၂) တိုင်းပြည်အသုံးပြုရမည့်သောစက်ပစ္စည်းကရိယာများကိုထိခိုက်ပျက်စီးစေခြင်း ဟူ၍ လုပ်ငန်းခွင်ထိခိုက်မှုနှစ်ရပ်ကိုတွေ့ရှိကြရသည်။

ဤသို့ထိခိုက်မှုများဖြစ်ပေါ်ရာ၌ နာရီပိုင်း၊ ရက်ပိုင်း၊ လပိုင်းကြာအောင် ထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိစေနိုင်မှု တသက်တာပတ်လုံးမစွမ်းမသန်ဖြစ်စေခြင်းတို့သာမက အသက်ဆုံးရှုံးသည်အထိ ထိခိုက်စေနိုင်သကဲ့သို့ စက်ပစ္စည်းကရိယာတို့မှာ ချို့ယွင်းသွားခြင်းနှင့်အသက်ပါဆုံးရှုံးသည်အထိထိခိုက်စေနိုင်သကဲ့သို့ လည်းပြန်လည်ပြုပြင်ရနိုင်လောက်အောင် ပျက်စီးမှုမှ ပြုပြင်၍မရနိုင်လောက်အောင် ပျက်စီးခြင်းများအထိဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည်။

ထို့ကြောင့် စက်ရုံအလုပ်ရုံအတွင်း လုပ်ငန်းများစတင်မဆောင်ရွက်မီ လူများနှင့်စက်များပါ လုပ်ငန်းခွင်အန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေးအတွက် လိုက်နာသင့်သည့်ထိုက်သော စနစ်တကျကြိုတင်ကာကွယ်မှုများ လုပ်ထုံးဆောင်ရွက်မှုများကို ကြိုတင်လေ့လာသိရှိနားလည်ထားရန်နှင့် လက်တွေ့ကျင့်သုံးရန် လိုအပ်ပါသည်။

Safety in Machine Shop

စက်မှုနည်းပညာ သော တိုးတက်ဖွံ့ဖြိုးပြီးသောနိုင်ငံများသာမက၊ ဖွံ့ဖြိုးဆဲနိုင်ငံများတွင်ပင် စက်ရုံအလုပ်ရုံတို့၌ လုပ်ငန်းခွင်အန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေးအတွက် ကြိုတင်ကာကွယ်မှုများကို ပြင်ဆင်လုပ်ဆောင်လျက်ရှိနေကြသေးသည်။ စက်မှုနည်းပညာသည်နှင့်အ

မှ မတော်တဆထိခိုက်မှုများမှာ ရံဖန်ရံခါ မကြာခဏ ကြုံတွေ့ကြရ၏။ ထို့ကြောင့် လုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်သူတို့သည် မိမိတို့ကိုယ်တိုင် လုပ်ငန်းခွင် အန္တရာယ်ကင်းရှင်းစေရေး နှင့် ပါတ်ဝန်းကျင်နှင့် စက်ပစ္စည်းကရိယာတို့ကိုသာ ထိခိုက်ပျက်စီးမှုများမှ ကင်းရှင်းစေရန်လို အပ်သည့်ကြိုတင်ကာကွယ်မှုများတို့ ပြင်ဆင်ဆောင်ရွက်ထားရန် လိုအပ်သည်နှင့်အမျှ အများ ကိုယ်တိုင်ကိုယ်ကြပ်လည်း လိုက်နာကြရန် အရေးကြီး၏။

စက်မှုလုပ်ငန်းဆိုင်ရာ အလုပ်ရုံများအနက် စက်ကရိယာများကို အဓိကအသုံးပြု ရသည့် Machine Shop နှင့်ပါတ်သက်၍ သိသင့်သိထိုက်သော ကြိုတင်ကာကွယ်မှုများ မှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

General Safety Precautions

(၁) ကိုင်တွယ် အသုံးပြုလျက်ရှိသည့် စက်များတွင် ထိရောက်သော အကာအကွယ် များ (Safety guards) များကို ယင်းတို့၏ နေရာမှန်၌ စနစ်တကျ အစဉ် တပ်ဆင်ထားရှိရမည်။

(၂) မည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ စစ်ဆေးမှုပြုပြင်ပြီးပါက၊ ယင်း၏ အကာအကွယ် ပစ္စည်း များကို ချက်ချင်းပြန်လည်တပ်ဆင်ထားရမည်။

(၃) မည်သည့် စက်ကိုပင်အသုံးပြု ဆောင်ရွက်သည်ပင်ဖြစ်စေ၊ ယင်းစက်၏လည်ပတ် ရှုပ် ရှားမှုဆိုင်ရာ အစိတ်အပိုင်းများအသုံးပြုပုံနှင့် လိုအပ်ပါက၊ ရုတ်တရက် ရပ်တန့် နိုင်ရန် ဆောင်ရွက်နည်းများကို ကြိုတင်၍ လေ့လာထားရမည်။

(၄) စက်လည်ပတ်ရှုပ်ရှားနေစဉ်၊ သန့်ရှင်းခြင်း၊ ဆီထည့်ခြင်း၊ ပြင်ဆင်ခြင်း၊ တိုင်း တာချိန်တိုက်ခြင်း၊ စသည်တို့ကိုအလျင်းမပြုလုပ်ရ၊ စက်၏ရှုပ်စစ်ဓါတ်အားကို လုံး ဝ ပိတ်ပြီးမှသာ လုပ်ဆောင်ရမည်။ မည်သည့် စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ စတင်လည်ပတ် မ ခုတ်မောင်းမီ တပ်ဆင်ထားသော ဆောက်၊ လွန်သွား - အလုပ်ဝတ္ထုရား စသည်တို့နှင့်တကွ စက်အစိတ်အပိုင်းများ၊ စနစ်တကျ သေချာ ခွာ တပ်ဆင်ခြတင်းကြပ်မှုရှိမရှိစစ်ဆေးကြည့်ရှုပြီးမှသာလုပ်ဆောင်ရမည်။

(၅) စက်တွင်အလုပ်လုပ်ကိုင်နေစဉ် စက်ကိုမှီခိုထွယ်ကပ်လျှမနေရ။

(၆) စက်ကို ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်နေစဉ် မလိုအပ်ပဲ စကားများစွာပြောခြင်း ကို ရှောင်ကြဉ်ရမည်။ အလုပ်အပေါ်တွင်သာစိတ်အာရုံကိုစူးစိုက်ထားရမည်။

(၇) အခြားသူများ စက်များနှင့်လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေစဉ်အထူးမလိုအပ်ပဲစကား မ

ပြောရ။

(၈) မည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ ၊ ရပ်တန့်ရာ၌လက် (သို့) ကိုယ်ခန္ဓာမည်သည့်အစိတ် အ ပိုင်းနှင့်မျှတိုက်ရိုက်ရပ်တန့်ခြင်းမပြုရ။

(၉) စက်မှထွက်ခွါသွားလိုပါက စက်လည်ပတ်ရှုပ်ရှား စေသည့်ရှုပ်စစ်ဓါတ်အားကိုအပြီး အ ပိုင်ပိတ်ထားခဲ့ရမည်။ ထို့ပြင် ရှုပ်စစ်ဓါတ်အား ပိတ်ပြီးသည့်တိုင်အောင် စက် သည် အရှိန်ဖြင့်ဆက်လက်လည်ပတ်နေပါက ထိုစက်မှ ချက်ချင်းထွက်ခွါမသွားရ။ စက်အပြီးတိုင် ရပ်တန့်ပြီးမှသာ ထွက်ခွါသွားရမည်။

(၁၀) ဆိုင်ရာမှကိုင်တွယ်ခွင့်မပြုသေးသောစက်၊ ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ရန်အခွင့် မရှိ သောမည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ ဆရာ (သို့မဟုတ်) အုပ်ချုပ်သူ၏ ခွင့်ပြုချက်မရ ရှိ ပဲ၊ မည်သည့်အခါမှလှည့်ပတ်မောင်းနှင်ခြင်းမပြုရ။

(၁၁) စက်တစ်ခုကို ၂ ယောက် (သို့မဟုတ်) အများနှင့်စုပေါင်းလုပ်ကိုင်ရပါက တစ်ဦးတစ် ယောက်တည်းကသာ ဦးဆောင်၍ စက်ကိုလှည့်ခြင်း၊ ဖွင့်ပိတ်ခြင်းများပြုလုပ်ရမည်။

(၁၂) ဆရာ (သို့မဟုတ်) အလုပ်ရုံကွင်းတာဝန်ရှိသူမရှိလျှင် မိမိလုပ်ဆောင်လက်စရှိ သည့် စက်များမှတပါး၊ အခြားစက်များကိုခွင့်ပြုချက်မရပါက မောင်းနှင်လှည့်ပတ်ခြင်း မပြုရ။

(၁၃) ရှည်လျားကြီးမား လေးလံသော ပစ္စည်းများကိုကိုင်တွယ် ရွေ့ပြောင်းတပ်ဆင်လုပ်ကိုင် ရပါက၊ တစ်စုံတစ်ဦး၏လုံလောက်သောအကူအညီကို ရယူပြီးမှသာလုပ်ဆောင်ရမည်။ အန္တရာယ်မှ စိတ်ချရသောနည်းစနစ်များကိုသုံး၍ ရွေ့ပြောင်းတပ်ဆင်လုပ်ကိုင် ရ မည်။

(၁၄) စက်များ၏ပတ်ဝန်းကျင်နှင့်တကွ စက်ရုံကြမ်းပြင်ကို သစ္စာအစများ၊ သံလုံးသံချောင်း များ စသည်တို့မရှိစေရ၊ အစဉ်ရှင်းလင်းနေစေရမည်။

(၁၅) စက်ရုံအတွင်း ပြေးလွှားကစားခြင်း၊ နောက်ပြောင်ခြင်း ဆော့ကစားခြင်းမျိုး လုံးဝမပြုလုပ်ရ။

(၁၆) အလုပ်လုပ်ကိုင်စဉ် လုံလောက်သောအလင်းရောင်ကိုရရှိရန်ဂရုပြုရယူရမည် ။ လေဝင်လေထွက်ကောင်းနေစေရန်လည်း ဂရုပြုရမည်။

(၁၇) တစ်စုံတစ်ယောက်သည် ထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိပါက၊ မည်ကဲ့သို့ပင်ဖြစ်စေ၊ ဆေးရုံဆေး ခန်း သို့မပို့ဆောင်နိုင်သေးမီ၊ ရှေးဦးသူနာပြုစုနည်းဖြင့် ချက်ချင်းပြုစုစောင့် ရှောက်ရမည်။

WORKSHOP TECHNOLOGY

1985 A2

Clothing & Safety Equipments

(၁) စက်နှင့်လုပ်ငန်းအမြဲမနေပေါ်တွင်မှတ်တိုင်၍ သင့်လျော်အောင်စီမံပြုလုပ်ထား သောလုပ်ငန်းခွင်ရှိ Safety gloves,goggles, face shields များကိုအလုပ်လုပ်ကိုင်နေစဉ် အစဉ်တဝ်ဆင်ထားရမည်။

(၂) လုပ်ငန်းသဘောအမြဲမနေနှင့်သင့်လျော်အောင်ချုပ်လုပ်ထားသောအဝတ်အထည် များ၊ ဖိနပ်များကိုသာဝတ်ဆင်ရမည်။ ကြီးမားလေးလံသောအလုပ်ပစ္စည်းများကို ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ရပါက Safety shoes, safety Boots - များအသုံးပြုရ မည်။

(၃) အလုပ်လုပ်ကိုင်နေချိန်တွင်လက်စွပ်များ၊ လက်ကောက်များ၊ နာရီများစသည်တို့ကို ဝတ်ဆင်ခြင်းမှရှောင်ကြဉ်ရမည်။

(၄) လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေချိန် မှရှောင်းသောအဝတ်များ၊ ရှည်ကြီးနေသောအဝတ် များနှင့်လည်စည်းများကိုစီးထိုးမှုမှ လက်ဝတ်စပ်ဝတ်ဆင်ခြင်းမှရှောင်ကြဉ် ရမည်။

(၅) ခွဲလက်တိုအကျႌမှာလုပ်ငန်းအတွက်အန္တရာယ်ကင်းသည့်အဝတ်အထည်ဖြစ်သည်။ ခွဲလက် ရှည်အပေါ်အကျႌများဝတ်ထားပါက၊ တတောင်ဆစ်အထက်တိုင်အောင်လက်ကို လိပ် တင်ထားပြီးမှလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရမည်။

(၆) မည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ ဖွင့်ပိတ်မောင်းနှင်ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ခြင်းပြုလုပ် ရာ၌လက်အိတ်များကိုအသုံးမပြုရ။ လက်ဗလာဖြင့်သာလုပ်ဆောင်ရမည်။

(၇) ကြိမ်းတမ်းထက်မြက်သောအစွန်းအစများ၊ အနားပေါက်များပါရှိသည့်လုပ်ငန်းများ နှင့်အပူချိန်မြင့်သည့်လုပ်ငန်းများလုပ်ဆောင်ရပါက၊ သင့်လျော်အောင်စီမံ ထား သောလက်အိတ်များ ကိုအသုံးပြုရမည်။

House Keeping

(၁) စက်ရုံကြမ်းပြင်ကို ဆီ အမှိုက် ချော်စီးသည်တို့နှင့် ချော်စေသောအရာများ မှ ကင်းရှင်းနေစေရန်အစဉ် ဂရုပြုရမည်။ ကျရောက်နေပါကလည်းချက်ချင်း သန့်ရှင်းစေရမည်။

(၂) စက်ရုံတွင်းများလမ်းကြောင်းများကို အစဉ်ရှင်းလင်းနေစေရမည်။

(၃) မီးလောင်လွယ်သောပစ္စည်းများကို အန္တရာယ်မဖြစ်စေနိုင်သောနေရာများတွင် စနစ်တကျသိမ်းဆည်းရမည်။

WORKSHOP TECHNOLOGY

(၄) စက်ရုံတွင်း အလုပ်စားပွဲများ၊ အစွန်းအဖျားများ၊ အနားစောင်းများ ပေါ် တွင် စက်ပစ္စည်းကရိယာများ၊ ဓားဆောက် လုပ်ငန်းကရိယာတန်ဆာပလာများမ သေမချာတင်ဆောင်ထားခြင်းမှ ရှောင်ကြဉ်ရမည်။

(၅) Cutting tools, Hand tools, Measuring tools စသည်များကိုအသုံး မပြု သည့်အခါစနစ်တကျသိမ်းဆည်းထားရှိရမည်။

(၆) သံအစအနများကိုသတ်မှတ်ထားသည့်နေရာ၌သာစွန့်ပစ်ရမည်။

1985 A2

Safety for Electrical Mountings

လျှပ်စစ်ဓါတ်အားမှာစည်းကမ်းစနစ်တကျနှင့်အသုံးပြုပါက လူသားများအတွက်များ စွာအကျိုးပြုသောစွမ်းအင်ဖြစ်သော်လည်း၊ စနစ်တကျအသုံးမပြုပါကများစွာအန္တရာယ် ဖြစ် စေနိုင်သည့်ဓါတ်အားဖြစ်၏။ နေ့စဉ်နှင့်အမျှကြားရများတွင်သည်လျှပ်စစ်ဓါတ်အားနှင့်ပတ်သက်၍ မသာဓကဖြစ်ပွားခဲ့သောကြောင့်၄င်း၊ စနစ်တကျအသုံးမပြုသောကြောင့်၄င်း၊ စည်းကမ်း ရှိလိုက်လျှော စေပယ်လုပ်ဆောင်သောကြောင့်၄င်း၊ သတိလက်လွတ်ပြုမိသောကြောင့်၄င်း၊ လျှပ် စစ်အန္တရာယ်မှာမကြာခဏကျရောက်သည်ကိုတွေ့ရှိနေရပြီး၊ အချို့မှာအသက်ဆုံးရှုံးသည်အထိ ဖြစ်ရပ်ကြရ၏။

လျှပ်စစ်အန္တရာယ်မှာများစွာတို့တောင်းသောစက္ကန့်ပိုင်းအချိန်အတွင်းပင်ဖြစ် ပျက်ရောက်တတ်ပြီးပါက ကုစားရန်ခက်ခဲသောကြောင့်အန္တရာယ်မကျရောက်စေရန် ကြိုတင်ကာကွယ်မှုသည်သာအကောင်းဆုံးစနစ်ဖြစ်ပေသည်။

ထို့ကြောင့်ကျောင်းသားများ၊ စက်ရုံလုပ်သားများမှာ စက်ရုံအလုပ်ရုံအတွင်းလုပ် ငန်းဆောင်ရွက်ကြချိန်၌လျှပ်စစ်အန္တရာယ်နှင့်ပတ်သက်၍ အောက်ပါတို့ကိုအစဉ်တစိုက်သတိပြု၍ နာဆောင်ရွက်ကြရန်အထူးပင်တိုက်တွန်းအပ်၏။

(၁) ရေစိုနေသောလက်များဖြင့်လျှပ်စစ်ခလုတ်ကိုထိတွေ့ဖွင့်ပိတ်ခြင်းမပြုရ။

(၂) ရေစိုနေသောကြမ်းပြင်ပေါ်တွင်လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာလုပ်ငန်းများဆောင်ရွက်ပါက၊ ခြောက် သွေ့နေသောနံ့ပြင်ပ္ပါတစ်ခုခုကိုစီး၍လုပ်ဆောင်ရန်။

(၃) လျှပ်စစ်နှင့်ဆိုင်အလုပ်လုပ်စဉ်ဖယ်ရှောင်နိုင်ရန်ပါက၊ လျှပ်စစ်ခလုတ်ကိုချ၍ပိတ်ထား ရန်။

(၄) လျှပ်စစ်ကြိုးလွတ်နေသည့် wire, starter , Motor စသည်များမှ လျှပ်

စစ်ဖြတ်တောက်ခြင်းအလင်းရောင်ရှိပါက (သို့မဟုတ်) အသံတစ်ခုခုကြားရပါကလျှပ်စစ် ခလုတ်ကို ချက်ချင်းပိတ်ရန်။

(၅) စက်တစ်ခုခုကိုမကိုင်မီ လျှပ်စစ်အဖွင့်အပိတ်ခလုတ်ကို အမြန်ဖွင့်ပိတ်နိုင်ရန်အတွက် ကြိုတင် လေ့လာမှတ်သားထားရန်။

(၆) တစ်စုံတစ်ယောက်သည်လျှပ်စစ်ဓါတ်လိုက်ခံရသည်ကို ထင်မှတ်ရပါက အမြန်ဆုံးနည်းဖြင့် လျှပ်စစ်ခလုတ်ကို ပိတ်ရန်၊ တစ်နည်းနည်းမှ ဖြစ်နိုင်ပါက ထိုလူကို လျှပ်စစ် ဆိုင်ရာပစ္စည်းများမှ ကင်းလွတ်သွားရန်အတွက် ချက်ချင်းဆောင်ရွက်ရန်။ ဒီဒီသည်ဒုတိယ (သို့ဆောင်ရွက်ရာ၌ ဒီဒီကိုယ်ဒီဒီအဖိုအကြည်မကြီးလွန်းစေရန်နှင့် အရေးကြီးကိုလုပ်ဆောင်ရန်) ဓါတ်လိုက်ခံရသူအဖြစ်မရောက်ရှိစေရန်အတွက် အရေးပေါ်ပြုစုကုသနည်းများအရပြုစု

(၇) တစ်ဦးတစ်ယောက်သည် ဓါတ်လိုက်ခံရပါက အမြန်ဆုံးဆောင်ရွက်ရန်၊ နှလုံးခုန်မှု ဆက်လက်ဖြစ်ပေါ်နေစေရန်အတွက် Artificial Respiration နည်းကိုအသုံးပြုရန်။ လိုအပ်ပါက ဆေးလူများလုပ်ဆောင်ရမည့် လုပ်

(၈) တစ်စုံတစ်ယောက်လျှပ်စစ်ဓါတ်လိုက်ခံရပါက ဆေးကုသမှုအကူအညီ တောင်းယူရန်။ ဝန်းများကိုစနစ်တကျညွှန်ကြားပြီး စနစ်တကျသတိပေး ညွှန်

(၉) ဆေးမှတ်စုလုပ်များနှင့် သင်တို့ထိုင်ဓါတ်မလိုက်စေရန် ကြားပြသရန်။

(၁၀) လုပ်ငန်းအမြန်ဆုံးနည်းဖြင့် အန်းဆုံးဆေးခန်း၊ ဆေးရုံသို့ရောက်ရှိစေရန်အတွက် ဆောင်ရွက်ရန်။

(၁၁) ရှိမှုင်းနေသောလျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ ကရိယာများ၊ ဝါယာများကို သက်ဆိုင်ရာနား လည်တတ်ကျွမ်းသူများဖြင့် ချက်ချင်းပြင်ဆင်ရန်။

(၁၂) ပြင်ဆင်နေစဉ်အချိန်အတွင်း ပြင်ပလူများလာရောက်ထိတွေ့ကိုင်တွယ်မှုမရှိစေ ရန်အတွက် သတိပေးချက်များကို လိုအပ်သလို ချိတ်ဆွဲထားရှိရန်။

Act Speedily but donot loose your head

METALS

အင်ဂျင်နီယာလုပ်ငန်းဆိုင်ရာပစ္စည်း ကရိယာ-ယာဉ်၊ ရထားသင်္ဘော လေယာဉ် ဆောက်လုပ်ရန်ပစ္စည်းများ-အဆောက်အဦ၊ တံတား၊ လမ်းဆောက်လုပ်ရန်ပစ္စည်

များ၊ စက်လက်နက်အသုံးအဆောင်ပစ္စည်းကရိယာများ၊ စက်ရုံအလုပ်ရုံသုံးပစ္စည်းများ၊ နေအိမ်နှင့်လူတို့အသုံးပြုရန်ပစ္စည်းများ စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ Metals ခေါ်သတ္တုများကို လွန်ခဲ့သောနှစ်ပေါင်းများစွာမှ ယနေ့တိုင်အောင်အသွင်အမျိုးမျိုး ပုံစံအမျိုးမျိုး အရွယ် အနေအမျိုးမျိုးတို့ဖြင့် လူသားတို့အကျိုး စီးပွားအတွက် ဂုဏ်ပြုနှံများပြားစွာ သုံးစွဲခဲ့ပြီး၊ နောင်နှစ်ပေါင်းများစွာ ကြာသည့်တိုင်အောင် ဆက်လက်သုံးစွဲကြရဦးမည် ဖြစ်၏။

ဤသို့နည်းအမျိုးမျိုးဖြင့် ပြုလုပ်သုံးစွဲရာ၌ အသုံးပြုခဲ့သော သတ္တုအမျိုးအစား များစွာတို့ကို အချုပ်အားဖြင့် (၂) ပိုင်းခွဲခြားနိုင်ရာ-

(၁) Ferrous Metals (၂) Non Ferrous Metals တို့ဖြစ်၏။

Ferrous Metals

Non Ferrous Metals တူသည်မှာ သံ (Iron) ကိုအခြေခံပစ္စည်း အဖြစ် သုံးစွဲလျက် အခြားသင့်လျော်သောသတ္တုများကို အချိုးကျရောစပ်ပေးထားသည့် သံအခြေခံ သတ္တုများ (သို့မဟုတ်) သံပါသတ္တုများကို ခေါ်ဆို၏။ Ferrous Metals များကို အချိုးကျ မြောက်များစွာ ခွဲခြားနိုင်လျက် အသံကိုအဓိကအခြေခံပစ္စည်းအဖြစ်သုံးစွဲပြီး၊ အခြားသတ္တု များကို လိုအပ်သော Properties များရရှိစေရန်အတွက် အချိုးအစားအမျိုးမျိုး ကို အရ၊ အချိုး အစားအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ စက်မှုလောကတစ်ခုလုံးတွင် အဓိကအသုံးအများဆုံး သော သတ္တုအမျိုးအစားများဖြစ်၏။ ဥပမာ- Wrought Iron, Pig Iron များ High Carbon Steels, Medium Carbon Steels, Low Carbon Steels စသည့် Steels, Gray Cast Iron, Malleable Cast Iron, Alloy Cast Irom စသည့် Cast Iron များ စသည်တို့မှာ Ferrous Metals များဖြစ်ကြ၏။

Non Ferrous Metals

Non. Ferrous Metals တူသည်မှာ သံ (Iron) မဟုတ်သောသတ္တုများ တနည်းအားဖြင့် သံလုံးမပါရှိသောသတ္တုအမျိုးတို့များကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်၏။ သံမဟုတ်သော အခြားသတ္တုများကို တစ်မျိုးတည်း သတ္တုသန့်အခြေအနေ၌၄င်း၊ (၂) မျိုးမှအထက်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအချိုးကျရောစပ်ပေးထား၍၄င်း၊ ပြုလုပ်သုံးစွဲရာ ထင်းသတ္တုရောတို့မှာ လည်း၊ Non-Ferrous Metals များနှင့် Non. Ferrous Alloys များတွင်အပါအဝင်

ဖြစ်၏။ ဥပမာ- Aluminium Antimony, Cadmium, Cobolt, Copper, Gold, Lead, Manganese, Molybdenum, Zinc, Nickel, Platinum, Silver, Tin, Titianium, Tungsten, Vanadium,

စသည်တို့မှာ Non Ferrous Metals များဖြစ်ကြ၏။

ယင်းတို့တစ်ခုနှင့်တစ်ခုအချိုးကျ ရော၍ ဖြစ်လာသော Non-Ferrous Alloys များ မှာ- ဥပမာ Aluminium ကိုအခြေခံသည့် Aluminium Base Alloys များ Copper ကိုအခြေခံသည့် Copper Base Alloys များ Tin ကိုအခြေခံသည့် Tin Base Alloys များ Lead ကိုအခြေခံသည့် Lead Base Alloys များစသည် တို့ဖြစ်ကြ၏။

Metallurgical Terms

Metallurgy ခေါ်သတ္တုဗေဒဘာသာရပ်နှင့်သတ္တုများအကြောင်း ကို လေ့လာရန်အတွက်ယင်းတို့နှင့် ပတ်သက်သည့် ဝေါဟာရများကို ကြိုတင်သိရှိထားရန်လို၏။ Metallurgical Terms များကိုကြိုတင်သိရှိထားခြင်းဖြင့်ဘာသာရပ်တစ်ခုကိုလေ့လာ သင်ကြားမှတ်သားရာ၌များစွာအထောက်အကူရရှိလျက် အလွယ်တကူတတ်သိနားလည်နိုင်ရန် အကျိုးများဖြစ်စေမည် ဖြစ်သည်။

Ductility သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခု ဖြစ်သည်။ သတ္တု တစ်ခုကိုသာမန်အပူချိန်၌ပင်မူလအသွင်သဏ္ဌာန်အခြားသောအသွင်သဏ္ဌာန်တစ်ခုခုသို့ စက်မှုဆောင်ရွက်နည်းအရ၊ ဖြုလုပ်ပေးခြင်းဖြင့် အသွင်သစ်သို့ ပြောင်းလဲ သွား နိုင်သောသတ္တုဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆိုသည်။ သတ္တု၏ပြင်းတွဲ့သောတုန့်ပြန်သတ္တိဟုမှတ်ယူနိုင်၏။

Hardness သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခုဖြစ် ၏။ သတ္တုတစ်ခုကို စက်မှုဆောင်နည်းများဖြစ်သည့်

နည်းများအရအသွင်သဏ္ဌာန်တစ်ခုမှ အခြားတစ်ခုသို့ပြောင်းလဲ ပေး ရာ၌ပြတ်တောက်ခြင်း၊ တုန့်ပြန်သတ္တိတိုးလာခြင်းများ မဖြစ်ပေါ်ဘဲ အသွင်သစ်သို့ပြောင်း လဲသွားနိုင်သော သတ္တုဂုဏ်သတ္တိ ခေါ်ဆိုသည်။ သတ္တု၏အခြေအနေမပျက် ပြောင်းလဲနိုင် သည့် သတ္တိဟုမှတ်ယူနိုင်၏။

Conductivity သတ္တု၏လျှပ်စစ်နှင့် အပူစွမ်းအင်ဆိုင်ရာဂုဏ်သတ္တိ ဖြစ်သည်။ သတ္တုတစ်ခုကို လျှပ်စစ်ဓါတ်ဆောင်ငင်း၊ အပူဆောင်ငင်း၊ ပေးခြင်းဖြင့် တနေ

ရာမှ တနေရာသို့ လျှပ်စစ်(သို့မဟုတ်)အပူအလွယ်တကူ ကူးပြောင်းစီးဆင်းသွား စေ နိုင်သောဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တု၏လျှပ်စီး(သို့မဟုတ်)အပူအလွယ်တကူ ဖြတ်စီးနိုင်သော သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

Brittleness သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တုတစ်ခုကိုစက်မှုဆောင်ရွက်နည်းများအရ ပုံသဏ္ဌာန်တစ်ခုမှ တစ်ခုသို့ ပြောင်းစေ ရာ၌ လွယ်ကူစွာ ပြောင်းလဲမသွားခြင်း၊ ပြောင်းလဲမသွားစေရန် တင်းခံတုန့်ပြန် မှု အားများစွာရှိသည့် သတ္တုဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တု၏ပုံသဏ္ဌာန် ပြောင်းလဲရန် ခက်ခဲ သောမာကျောမှု ဂုဏ်သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

သတ္တုတစ်ခုသည် ၎င်းဂုဏ်သတ္တိရှိနေခြင်းဖြင့် လွယ်ကူစွာ ပုံသဏ္ဌာန် ပြောင်း လဲခြင်းမဖြစ်စေနိုင်သကဲ့သို့ ၎င်းဂုဏ်သတ္တိနည်းပါးသည့် အခြားသတ္တုများကိုတား ပုံသဏ္ဌာန် ပြောင်းလဲသွားစေရန်အားသုံး၍လုပ်ဆောင်နိုင်၏။

Softness သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်၊ သတ္တုတစ်ခုကိုစက်မှုဆောင်ရွက်နည်းအရ ပုံသဏ္ဌာန်တစ်ခုမှတစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲစေရာ၌ ဖိအားများစွာ အသုံးမပြုသော်လည်း (လိုအပ်သောပုံသဏ္ဌာန်သစ်တစ်ခုအဖြစ် ပြောင်း လဲမသွားဘဲ၊ ပုံ၍ကြီးပြတ်ပုံပျက်သွားစေသည့်သတ္တုဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တု၏လိုအပ်သော ပုံသဏ္ဌာန် ပြောင်းလဲ ဖြစ်ပေါ်သွားခြင်း မဖြစ်သော ကြီးပြတ်အက်တို့ ကျေပျက်သွားသည့် ကွတ်ဆတ်မှုဂုဏ်သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

ဥပမာ- သတ္တုတစ်ခုကို အတန်ငယ်သာအားသုံး၍ ထုစဉ်ရာ၌ ဖြတ်ပိုင်း၊ ဓရိယာသေး ငယ် သွားခြင်း၊ အလျားအတိုင်းအတာဆန့်၍ ရှည်ထွက်လာခြင်းမဖြစ်ဘဲ အလွယ်တကူပျက်တောက် သွားပါက Brittleness ရှိသည်ဟုမှတ်ယူနိုင်သကဲ့သို့ ဖိအားများသုံး၍ အထုကိုပါး သွား စေရာ၌ ဓရိယာကျယ်ပြန့်လာပြီး၊ ထုပါးသွားမည့်အစား အလွယ်တကူတွဲပြတ်ထွက်သွား ပါက Brittleness ရှိသည်ဟုမှတ်ယူနိုင်၏။

Softness သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တု တစ်ခုကို စက်မှုဆောင်ရွက်နည်းများအရ ပုံသဏ္ဌာန်တစ်ခုမှတစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲသွား စေရန်လုပ်ဆောင်ရာ၌ ဖိအားများစွာ အသုံးမပြုရ၊ လိုအပ်သောအသွင်သဏ္ဌာန်သို့ အလွယ်တကူ ပြောင်းလဲဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သော ဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။ သတ္တု၏

ရိုက်အားအနည်းငယ်ဖြင့် အလွယ်တကူ ပုံပြောင်းလဲစေနိုင်သည့် ပျော့ပြောင်းမှုကိုလည်း ရိုက်အားအနည်းငယ်သုံးရုံမျှဖြင့် ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာ ... ဟုမှတ်ယူနိုင်၏။

ဥပမာ- သတ္တုတစ်ခုကိုသံစန်ရာ၌ ရိုက်အားအနည်းငယ်ဖြင့် ပြန့်ထွက်လာစေပါက များစွာ သေးငယ်သွားပြီး၊ အလျားအတိုင်းအတာ များစွာ ရှည်ထွက်လာ ... ကောင်းသည်ဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

Toughness - သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တုကို ပုံသဏ္ဌာန်တစ်ခုမှတစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲစေရာ၌ တစ်ခုခုတိုက်မှုလုပ်ဆောင်ချက်များအရ၊ ပုံပြောင်းလဲမသွားခြင်း၊ ပုံပြောင်းလဲမှုဖြစ် ... ကျိုးပြတ်ပုံပျက်ခြင်းမဖြစ်သော်လည်း၊ အလွယ်တကူ ပုံပြောင်းလဲဖြစ်ပေါ်စေနိုင် စေရန် မလွယ်ကူခြင်း၊ ရိုက်အားဖြင့်များစွာအသုံးပြုမှသာ ပုံပြောင်းလဲဖြစ်ပေါ်စေ သည့် တင်းခံခွန်အားဖြစ်မှုရှိသည်ကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တု၏အလွယ်တကူ ပုံပြောင်းလဲမှုမဖြစ်ပေါ်စေ နိုင်သော ကောင်းကြံ့ခိုင်မှုရှိသည့် ဂုဏ်သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

ဥပမာ- သတ္တုတစ်ခုကိုသံစန်ရာ၌ ရိုက်အားများစွာအသုံးပြုသော်လည်း၊ ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာ ... ပုံမပျက် သေးငယ်မသွားခြင်း၊ အလျားအတိုင်းအတာ ရှည်ထွက်လာခြင်းများမဖြစ်ပေါ်ပါ။ ယင်းမှာ Brittleness နှင့် ဖြင့်မသည့်သဘောကို ခံနိုင်သည့်ဂုဏ်သတ္တိဖြစ်၏။ Softness ရှိသည့်ဂုဏ်သတ္တိ၏ ကြားဂုဏ်သတ္တိဖြစ်သည်။

Dressing - မြေကြီးမှ တူးဖော်ရရှိသည့်သတ္တုရိုင်းများကို မလိုအပ် သော အစိတ်အပိုင်းများ သန့်စင်သွားစေရန် ဆောင်ရွက်ခြင်းကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တုရိုင်းများမြေကြီးမှ တူးဖော်ရရှိရာ၌ သတ္တုရိုင်းများအပြင် ... မြေစေး ... ကျောက်စသည်ဖြင့်မလိုအပ်သည့် အရာများ ပါဝင်နေရာ ယင်းတို့ကိုသတ္တုရိုင်းမှ ဖယ်ရှားသွားစေရန်သန့်စင်ပေးခြင်း ဖြစ်၏။ ချိုးခွဲခြင်း၊ ကြိတ်ခွဲခြင်း၊ ရေဆေးခြင်း၊ သံလိုက်ဖြင့်ဆွဲထုတ်ခြင်း စသည့်သန့်ရှင်း ဆေးကြောခြင်းနည်းများကို ခေါ်သည်။

Smelting မြေကြီးမှရရှိပြီး သန့်ရှင်းဆေးကြောပြီးဖြစ်သည့်သတ္တုရိုင်း များတွင် ပါဝင်နေသေးသောအရ ... ဓာတ်ပေါင်းလျက်ရှိသည့် မလိုအပ်သောအရာများ၊ ... များအား ဖယ်ရှားပစ်ရန်အတွက် တစ်နည်းအားဖြင့်ဆိုလျှင် သတ္တုသားနှင့်မလိုသော အရာများ ခွဲခြားသွားစေရန်အတွက် မီးဖိုကြီးအတွင်းထည့်ပြီး၊ သတ္တုရိုင်းတုံးများကို အပူချိန်များစွာပေးလျက် အရည်ကျိုစေ၍ ခွဲခြားထုတ်ယူခြင်းကို ခေါ်ဆို၏။

Gangue သတ္တုရိုင်းတုံးများတွင် ကပ်ငြိရောပြွန်းနေပြီး၊ အသုံးဝင်ခြင်း မရှိသော သတ္တုမဟုတ်သည့်အရာအားလုံးကို ခေါ်ဆို၏။

Flux မီးပြင်းဖိုအတွင်း သတ္တုရိုင်းတုံးများထည့်၍ Smelting ပြုလုပ်ရာ၌ Gangue များအရည်ပျော်စေရန် အထောက်အကူပြုအဖြစ် အသုံးပြုသည့်အရာများ ကို ခေါ်ဆိုသည်။ သတ္တုသန့်ထုတ်ယူရန် အသုံးပြုသည့်အထောက်အကူပစ္စည်းဖြစ်သည်။ ယင်းမှာ Furnace အတွင်း Gangue နှင့်ရောယှက်အရည်ပျော်သော slag ဖြစ်လာ၏။

Slag သတ္တုရိုင်းတုံးများအရည်ပျော်ပြီးနောက် အထက်အောက် (၂) ပိုင်းကွဲ ပြားသွားရာ အထက်ပိုင်းတွင်အရည်ပျော်လျက်ရှိသည့်အရာများဖြစ်၏။ ယင်းတို့မှာ Gangue နှင့် Flux တို့ရောယှက် အရည်ပျော်နေခြင်းဖြစ်သည်။ သတ္တုသားထက် ပေါ့သောကြောင့် အ ထက်ပိုင်းအလွှာတွင်ရှိနေပြီး၊ ချော်ရည် ချော်သားဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

Ore ကမ္ဘာမြေမှ တူးဖော်ရရှိသည့်သတ္တုရိုင်းတုံးများကို ခေါ်ဆိုခြင်း ဖြစ် သည်။ Iron Ore, Copper Ore, Aluminium Ore စသည်ဖြင့်ခေါ်၏။ ယင်း အခြေအနေမှာ ကမ္ဘာမြေထဲတွင်ရှိနေချိန် (သို့မဟုတ်) မြေထဲမှတူးဖော်ရရှိပြီးချိန်ထိ သတ်မှတ် ခြင်းဖြစ်၏။ Ore များမှ အဓိကအားဖြင့် Metals များရရှိသည့်ပြင် Non-metals များ Minerals များလည်းထုတ်ယူရရှိနိုင်၏။

Ingot ပုံသွန်းထားသော သတ္တုတုံးကို ခေါ်ဆိုလျက် ဆက်လက်၍ဆောင် ရွက် ရမည့် Forging Rolling စသည့်လုပ်ဆောင်မှုများအတွက် သင့်လျော်သော ပုံစံ အနေအထားဖြင့် သွန်းထားခြင်းဖြစ်သည်။ Forging, Rolling တို့အတွက်ကုန်ကြမ်း ပစ္စည်းဖြစ်၏။

Casting (1) သတ္တုပျော်ရည်ကို သံပုံစံခွက် (သို့မဟုတ်) သဲပုံစံခွက် ထဲသို့ လောင်းထည့်ပြီး အေးခဲစေသော လုပ်ဆောင် နည်းကို ခေါ်ဆို၏။

(2) သတ္တုပျော်ရည်ကို လိုအပ်သည့်ပုံစံကျပြုလုပ်ထားသော သဲပုံစံခွက် (သို့မဟုတ်) သတ္တုပုံစံခွက်ထဲသို့ လောင်းထည့် ပြီး အေးခဲစေခြင်းဖြင့် ရရှိလာသည့်ပုံစံခေါ်သွန်း ထုတ်ထားသည့် သတ္တုထုန်းကို ခေါ်ဆို၏။ ယင်း မှာ

ပုံစံတူရရှိပြီးသည့်
ဖြစ်လျက် စက်ခုတ်စားမှုများ လုပ်ဆောင်ပြီးပါက၊
ကုန်ချောအဆင့်သို့ ရောက်ရှိ၏။

Alloy and Alloying

Alloy အခြေခံသတ္တုတစ်ခုကိုလိုအပ်သောဂုဏ်သတ္တိများရရှိလာစေရန်၊ အခြားသတ္တုတစ်ခုခု (သို့မဟုတ်) သတ္တုမဟုတ်သည့်ဒြပ်များ Non-metals များအချိုးကျ ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် ဖြစ်ပေါ်ပြောင်းလဲလာသည့် သတ္တုရောကို ခေါ်ဆို၏။

Alloying အခြေခံသတ္တုတစ်ခုကိုသတ္တု (သို့မဟုတ်) အခြားသောဒြပ်များ၊ တစ်ခု (သို့မဟုတ်) တစ်ခုမှအထက် Alloy ဖြစ်လာစေရန် ရောစပ်ပေးခြင်းလုပ်ငန်း၊ ကို ခေါ်ဆိုသည်။

FERROUS METALS.

Pig Iron မြေကြီးမှ ရှားပါးရရှိသည့် သံရိုင်းမှ သံ၊ သံကွက်နှင့် သံမဏိ အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ရယူရန် ပထမအဆင့်အဖြစ် ပြုပြင်ပြောင်းလဲရရှိသည့် သံမဏိအမျိုးအစား ဖြစ်သည်။ သံစိမ်းဟုခေါ်ဆို၏။ သံ၊ သံကွက်နှင့်သံမဏိတို့ကို Pig Iron မှတစ်ဆင့်အထက် လက်၍ ပြုပြင်ပြောင်းလဲ၍ ထုတ်လုပ်ယူရ၏။ သံကြိုဖြစ်သည့် Blast Furnace ဖြင့် ထုတ်လုပ်နည်းအခြေအနေနှင့် ကုန်ကြမ်းဖြစ်သည့် Iron Ore ၏ အမျိုးအစားအခြေအနေအရ သံ၊ သံမဏိ အမျိုးမျိုးတို့တွင် ပါရှိသင့်သည့် Sulphur Phosphorus တို့ အပြင် Carbon Silicon နှင့် Manganese တို့ ရာနှုန်းအချိုးအမျိုးမျိုးဖြင့်ပါဝင်လျက် ရှိ၏။

1987

Extraction of Pig Iron. Pig Iron ကို လေမှုတ်၍ သံကြို Blast Furnace ဖြင့်ထုတ်လုပ်ရရှိ၏။ Blast Furnace အတွင်းသို့ ကုန်ကြမ်းပစ္စည်းများဖြစ်သည့် Iron Ore Hard Coke နှင့် Lime Stone တို့ကို အချိုးကျ အလွှာ ထပ် အထပ်ထိုးထည့်၍ လေပူများကို ပြင်းထန်စွာမှုတ်သွင်းပြီး၊ သံရိုင်းများအား ဖိုးတိုက်လျက် အရည်ပျော်စေရ၏။ ထိုသို့လုပ်ဆောင်ခြင်းကို Smelting ပြုလုပ်သည်ဟု ခေါ်ဆို၏။ သံအရည်ပျော်လာသည့်နှင့် အမျှ ရောနှောပါလာသော မလိုအပ်သည့်အညစ်အကြေးများလည်း အရည် ပျော်ဆောင်ရှိလာကြလေသည်။ ထိုအရည်ပျော်လျက်ရှိသည့် အညစ်အကြေးများကို Slag

ဟုခေါ်၏။ Molten Slag မှာ ပေါ့ပါးသောကြောင့် ပေါ်နေလျက် Molten Pig Iron မှာမူ အောက်ဆုံးပိုင်းတွင်ရှိနေ၏။ Molten Pig Iron အတွင်း Slag များ မပါရှိစေရန် ကိုယ်မှသီးခြားခွဲထုတ်ယူရ၏။

Molten Pig Iron ကိုသံရေလောင်းသော မြောင်းများအတွင်း လောင်းထည့်လျက် စီးဆင်းသွားစေပြီးနောက် အပုံးမပါရှိသည့် ပုံစံခွက်များအတွင်းလောင်း ရှိ အေးခဲစေရ၏။ Pig Iron တိုက်ရိုက်အသုံးချခြင်းမပြုဘဲ ကုန်ကြမ်းအဖြစ်နှင့် သာ ဆက်လက်၍အသုံးပြုမည်ဖြစ်ပြီး အရေအတွက်လည်းများစွာထုတ်လုပ်ရမည်ဖြစ်၍ အပုံးအစ မပါရှိသည့် သံပုံစံခွက်များဖြင့် သွန်းလောင်းထုတ်ယူရမည်။

ဤ Smelting Operation ကို (၂၄) နာရီပတ်လုံးမရပ်မနား ဆက်တိုက်လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြင့် အရေအတွက်များစွာ ထုတ်လုပ်ရရှိ၏။ ဖိုကိုပြုပြင်ရန် လို အပ်မှသာ Smelting Operation ကိုရပ်နားရ၏။ ဖိုမှထွက်ရှိသည့်သံစိမ်း၏ ပမာဏမှာ တစ်နေ့လျှင် တန်ချိန် ၃၀၀ မှ ၁၂၀၀ ထိ ထုတ်လုပ်ရရှိပြီး၊ Blast Furnace ၏အရွယ်အစား Smelting Process ၏ဆောင်ရွက်မှု အခြေအနေနှင့် Iron Ore ၏အမျိုးအစား အခြေအနေပေါ်တွင်မူတည်လျက် ထုတ်လုပ်နိုင်မှု ပမာဏ ကွဲပြား၏။

Properties and Uses of Pig Iron.

Pig Iron ကို စက်မှုထုတ်ကုန်ပစ္စည်းများအတွက် တိုက်ရိုက်အသုံးပြုခြင်းမရှိ သံ၊ သံကွက်၊ သံမဏိ အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးတို့ကို ထပ်ဆင့်ထုတ်လုပ်ရန်အတွက် ကုန်ကြမ်း အဖြစ်သာသုံး၏။

Blast Furnace မှရရှိသော Molten Pig Iron ကို အေး ခဲ ခြင်းမဖြစ်စေရန် ထိန်းထားလျက် Bessemer Convertor ခေါ် သံမဏိထုတ်လုပ် သော ဖိုသို့ပို့ဆောင်ပေးသွင်းပြီး အရည်အသွေးညံ့သော Low grade steel များ ထုတ်လုပ်ရန်အတွက်လည်းကောင်း၊ Open Hearth Furnace ခေါ်သံမဏိထုတ် လုပ် သောဖိုသို့ ပို့ဆောင်ပေးသွင်းပြီး အလတ်စားနှင့်အကောင်းစား Medium and Higher grade Quality Steel များထုတ်လုပ်ရန်အတွက်လည်းကောင်း၊

Steel Making Furnace များအတွက် ကုန်ကြမ်းအဖြစ် အများဆုံးအသုံးပြုသည်။ ထို့အတူ Wrought Iron ကို သို့လည်းကုန်ကြမ်းအဖြစ်ကို ဆောင်လျက် ထုတ်လုပ်ရန် အသုံးပြုသည်။

ထို့ပြင် Molten Pig Iron ကို Ingot များအဖြစ် အေးခဲစေပြီး Cupola Furnace သို့ ပို့ဆောင်ပေးသွင်း၍ နောက် Cast Iron ထုတ်လုပ်သော လျက် Cast Iron ထုတ်လုပ်ရန် ကုန်ကြမ်းအဖြစ်လည်း အသုံးပြုသည်။

Pig Iron တွင် Iron သည် 90% ခန့်ပါဝင်လျက်ကျန် 10% မှာ Carbon, Silicon, Manganese, Sulphur and Phosphorus တို့ဖြစ်သည်။ ထို အထဲပါဝင်သည်။ ထို အရာများတွင် Carbon မှာအများဆုံးဖြစ်ပြီး 2.5% to 4.5% အတော်အသင့်ကောင်း ကြောင့် Pig Iron မှာ Ductility နှင့် Toughness သောသတ္တုဖြစ်သည်။

* Cast Iron. ✓

Cast Iron သတ္တုမှာ Copula Furnace မှထုတ်လုပ်ရရှိသော Iron အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ Sand Casting Process, Centrifugal Casting Process များအဖြစ် ထုတ်လုပ်သုံးစွဲခြင်းဖြစ်၏ Cast Iron တွင် Iron မှ အများဆုံးပါဝင်သောအရာမှာ Carbon ဖြစ်လျက် 4.5% အထက်ပါဝင်၏ Cast Iron ကို Grey Cast Iron, White Cast Iron, Chilled Cast Iron, Alloy Cast Iron & Malleable Cast Iron တို့ အတန်းအစား အမျိုးမျိုးခွဲခြားနိုင်၏။

Extraction of Cast Iron ✓ 1986

Cast Iron ကိုထုတ်လုပ်ရန် အရွယ်အစားအမျိုးမျိုးဖြင့် တည်ဆောက်ထားသော Cupola Furnace များကို အသုံးပြုရ၏။ အဓိကကုန်ကြမ်းအဖြစ် Pig Iron Ingots များကို အသုံးပြုလျက်လောင်စာအဖြစ် Hard Coke ကိုသုံး၏။ မီးပြင်းရစေရန် လေမှုတ်အားကို အသုံးပြုရပြီး Cast Iron အရည်အသွေးကောင်းစေရန် နှင့် Melting Operation လွယ်ကူအဆင်ပြေစေရန် အထောက်အကူ ပစ္စည်း အဖြစ်

Pase 15 To 19 မှ

Lime stone ✓ နှင့် Cast Iron Scrap ✓ တို့ကိုထည့်ပေးရ၏။ မိုတိုကြီးတင်အမှုပေး ထိုနောက် မီး ထားပြီး မီးဖိုအောက်ခြေပိုင်းတွင် မီးညှိ တောက်လောင်နေစေရ၏။ အစိတ်လိုက် အလွှာလိုက် စနစ်တကျ အချိုးတည့်လျက် အတွင်းသို့ကုန်ကြမ်းလောင်စာတို့ကို Pig Iron, Scrap နှင့် Lime stone တို့ကို အခြေအနေလျှော်ညီ လေမြင်းမှုတ်ပေးခါ မီးဖိုအောက်ပိုင်းသို့ ပြီး အရည်ပျော်စေလျက် မီးဖိုအောက်ဖက်သို့ကျဆင်းစေရ၏။ မီးဖိုအောက်ပိုင်း ရောက်ရှိလာသော Molten Slag ✓ နှင့် Molten Cast Iron တို့သီးခြားအပေါ် သွန်းလောင်းပြီး များမှ ထုတ်ယူ၍ Molten Cast Iron ကိုပုံစံခွက်များအတွင်းသို့ အအေးခံခြင်းဖြင့် Cast Iron Casting များအဖြစ် ထုတ်လုပ်သုံးစွဲ၏။ ထုတ်လုပ် သည့်နည်းစနစ်မှာ Cupola ၏တည်ဆောက်ထားပုံ အမျိုးအစားနှင့်အရွယ်ပမာဏအရ ၄င်း၊ ထုတ်လုပ်ရယူလိုသည့် အရေအတွက် အနည်းအများအရ၄င်း၊ ကွာခြားနိုင်၏။

Properties and Uses of Cast Iron. ✓

Cast Iron မှာ စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် များစွာအသုံးဝင်သော သံ သတ္တုအမျိုးအစားဖြစ်၏။ ထုထည်ပမာဏကြီးမားသော လုပ်ငန်းထည်ကြီးများမှာ Cast Iron ဖြင့် အများဆုံးသွန်းလောင်းထုတ်လုပ်သုံးစွဲရ၏။ Engine Blocks, Fly Wheels, Machine Bodies, Pump Housings, Turbine and Generator Housings စသည့် ကြီးမားလေးလံသော ပစ္စည်းကြီးများမှ Hand Cranks, Hand wheels, small machine Parts စသည့် သေးငယ်ပေါ့ပါးသောပစ္စည်း ထည်များအထိ အစားစားသော အမျိုးတွဲပစ္စည်းများပြုလုပ်ရာ၌ Cast Iron ကို ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြု၏။ ထုတ်လုပ်သည့်ပစ္စည်းအရွယ်ပမာဏနှင့်အသုံးပြုမည့်အခြေအနေပေါ် တွင် မူတည်၍ Cast Iron ၏အမျိုးအစားကို ခွဲခြားသွန်းလောင်းရ၏။ အများဆုံး သွန်းလောင်းအသုံးပြုသည့် အမျိုးအစားများမှာ Grey Cast Iron Malleable Cast Iron တို့ဖြစ်၏။

Cast Iron မှာစက်မှုလောကအတွက် များစွာအသုံးဝင်သောသံ၊ သတ္တုဖြစ်ပြီး၊ အမျိုးအစားကွဲပြားသည့်အလျောက် အရည်အသွေးလည်းကွဲပြား၏။ Malleable Cast Iron မှာ Ductility ကောင်းမွန်ပြီး အက်ကွဲခြင်းများစွာနည်းပါး၏။ ထို့ကြောင့် ပိုက်ဆုံပိုက်များ နှင့် လယ်ယာသုံးစက်မှုပစ္စည်းများတွင် များစွာ သုံး၏။ သေးငယ်သော စက်အစိတ်အပိုင်းများမှာ ၎င်းအမျိုးအစားများသာများ၏ Alloy

Cast Iron မှာ High Strength, Wear Resistance & Corrosion Resistance ကောင်းသောအမျိုးအစားဖြစ်၏။

Grey Cast Iron မှာ Compression Strength ကောင်းခြင်း၊ စက်ထုနိုင်ခြင်းကို သက်သာစေခြင်း၊ စက်စားရာ၌ လွယ်ကူခြင်း၊ ရည်ပျော်အမှတ်နိမ့်ခြင်း၊ Self Lubricating ကောင်းခြင်း စသည့်ဂုဏ်သတ္တိများကြောင့် များစွာ အသုံးပြုရ၏။ ကျန် Cast Iron များကိုမူ တိုက်ရိုက်သုံးစွဲခြင်း မရှိချေ။

Cast Iron တွင်ပါဝင်သောအရာများမှာ ပါဝင်မှုရာနှုန်းပြောင်းလဲသည်မှအပ Pig Iron တွင်ပါဝင်သောအရာများပင် ပါဝင်၏။

Non Ferrous Metals And Alloys.

Properties and Uses of:

Aluminium လွန်စွာပေါ့ပါးပြီး၊ ပြင်းတွဲသောသတ္တုဖြစ်သည်။ Ductility, Electrical Conductivity, Thermal Conductivity နှင့် Corrosion Resistance ကောင်းသောသတ္တုဖြစ်၏။ ၎င်းအရည်အသွေးများကောင်းမွန်ကြောင့် Aluminium ကို သတ္တုနန်းများအဖြစ်လည်းကောင်း၊ Alloys များအဖြစ်လည်းကောင်း များစွာအသုံးပြု၏။ အိမ်သုံးပစ္စည်းများပြုလုပ်ရာ၌ Pure Metal အဖြစ် အများဆုံး သုံးစွဲသော်လည်း စက်ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများအဖြစ် အခြားသော Alloying Elements များနှင့်အချိုးကျရောစပ်သုံးပြု၏။ Aluminium ကိုမူလအခြေခံသတ္တုအဖြစ်ထား၍ ကျန်အခြားသောသတ္တုများကို အချိုးကျရောပေးခြင်းဖြစ်၏။ Aluminium Copper, Aluminium Copper Zinc Alloying Elements စသည်တို့မှာ Aluminium ကိုအခြေခံသတ္တုအဖြစ်ရောစပ်ထားသော "Aluminium Base" Alloys များဖြစ်၏။

ပေါ့ပါးပြီး ခိုင်ခံ့ရန်လိုသောအစိတ်အပိုင်းများ ဥပမာ- Cycle Engine, Aero-Engine Block & Heads, Pistons စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ များစွာ အသုံးပြု၏။

Brass Copper ကိုပထမဦးစွာ ကြောင်းလိုက်တုတ်လုပ်ရမည့်သတ္တု

ဖြစ်သည်။ Copper တွင် Zinc ကိုအချိုးကျရောပေးခြင်းဖြင့် Copper Zinc Alloy ဖြစ်သည့် Brass ကိုရရှိ၏။ Copper တွင် Zinc ကိုရောပေးရာ၌ Zinc ၏ရောစပ်ရာနှုန်းအချိုးကိုလိုက်၍ အမျိုးကွဲ Brass များကိုရရှိ၏။ ထိုသို့ရောစပ်ရာ၌ အများဆုံး 45% ထိပင် ရောစပ်နိုင်ပြီး အပူချိန်မြင့်တက်လာသည့်အလျောက် Copper မှ Zinc ကိုထိန်းသိမ်းထားနိုင်၏။ Gilding Metal, Cartridge Brass, Muntz Metal, High Tensile Brass စသည်တို့မှာအမျိုးကွဲများ(သို့) Copper Zinc Alloys များဖြစ်ကြ၏။ တနည်းအားဖြင့် Brass များမှာ Copper Base Alloys များဖြစ်ကြ၏။

Gilding Metal မှာ စက်မှုဂုဏ်သတ္တိများမကောင်းသော်လည်း နှစ်ကို ဆွဲရာ၌ရွှေဝါရောင်အဆင်းရှိ၍ လက်ဝတ်ရတနာအတုများပြုလုပ်ရာ၌သုံး၏။ Cartridge Brass မှာ Tensile Strength များစွာကောင်းပြီး Elongation 70% ရှိသောကြောင့် Drawing နည်းအရ ကားမီးစလောင်း၊ မီးခေါင်း၊ မီးအိမ်၊ မီးသတ်ပူး များ ပြုလုပ်သုံးစွဲလျက်ရှိ၏။ Muntz Metal မှာ Tensile strength 25/ton/sqr ရှိ၍ လွန်စွာကောင်းသောကြောင့် Bars or Rods များအဖြစ်ထုတ်လုပ်ပြီး စက်တွင် တင်၍ ခုတ်ထုတ်သုံးစွဲ၏။ ခဲကို 2% ထည့်ပေးခြင်းဖြင့် စက်ခုတ်စားမှုပိုမိုကောင်း စေ၏။ High Tensile Brass မှာကား Tensile Strength အထူးကောင်း မွန်လာသည့်အပြင် Ductility လည်းဆက်လက်ကောင်းနေစေရန်အတွက် Zinc အပြင် Aluminium Tin Manganese နှင့် Iron တို့ကိုပါ ရောစပ်ပေးထားသော Alloy ဖြစ်၏။ ၎င်းအမျိုးကွဲ Brass ကိုစက်မှုလောကတွင်ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုလျက် Marine Propeliors, water-turbine runners, Gun Mountings and Sights Locomotive Axle Boxes, Pump Rods, Automobile Fittings & Switch Gears စသည်တို့မှာ ၎င်းအမျိုးအစား Brass ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသည့်ပစ္စည်းများဖြစ်၏။

Bronze - Bronze မှာမူလက Copper တွင် Tin ကို 10% အချိုးကျ ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် ရရှိလာသော Copper Tin Alloy ဖြစ်၏၊ ၎င်းရာတွင် နောင်အခါ Tin ကို 18% ရောစပ်အသုံးပြု၏။ ထို့ပြင် Bronze အတွင်း Aluminium, Phosphorus, Lead, Zinc တို့ကိုအချိုးကျရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် အမျိုးကွဲ Bronze များရရှိလာ၏။ ၎င်းအမျိုးအစား Bronze များတို့တွင် အကယ်၍ Tin ကိုနည်းလျော့၍

အဖြစ်ထည့်ပါသတ္တုတို့ကို ရောစပ်ထားပါက ထိုသတ္တုတို့ကိုပေါ်
အဓိက Alloying Element အဖြစ်အဓိကပါသတ္တုတို့ကို Phosphorus Bronze စသည်ဖြင့်
ညွှန်းသည့်အနေဖြင့် Aluminium Bronze, ဖြစ်ကြသည့်အလျောက် ဂုဏ်သတ္တိများမှာ
သတ်မှတ်ပေါ်တော်။ ယင်းတို့မှာအမျိုးတို့များ ဖြစ်ကြသည့်အလျောက် ကွဲပြား လေသည်။
ထိုအမျိုးမျိုး ရှိရာ၏ ၎င်းကြောင့်အသုံးပြုမှု ခြားနေမှုလည်း ကွဲပြား လေသည်။

< Plain Tin Bronze ကို Wear Resistance, Shock Resistance ကောင်း၍ Bearings နှင့် Gear Wheels များပြုလုပ်ရာ၌ အများ သုံးသည်။ >
Aluminium Bronze ကို Corrosion Resistance အပြင် Mechanical Properties များ ကောင်းခြင်း၊ Oxidation Resistance ကောင်းခြင်း၊ ငွေရောင်တို့ အဆင်း လှပခြင်းတို့ကြောင့် အလှအပပစ္စည်းများ၊ အခန်းအနားဆိုင်ရာ ချိတ်အမှုပစ္စည်းများ လက်ဝတ်ရတနာများ အတွက် ငွေရည်များပြုလုပ်ရာတွင် သုံးသည်။ > Coinage Bronze မှာ Tin အပြင် Zinc ကို 25% ထိထည့်ပေးထားလျက် Corrosion Resistance ကောင်း မှုနှင့်အရောင်လှပမှုကြောင့် ဒင်္ဂါးပြားများပြုလုပ်ရာ၌သုံးသည်။

< Phosphor - Bronze မှာ Tin အပြင် Phosphorus ကို 0.1% မှ 1.0% ထိ ရောပေးထားခြင်းဖြင့် Tensile Strength ကောင်း မှုခြင်းတို့ကြောင့် Rods, Wires, Turbine Blades များအပြင် Toughness ကောင်းမှုကြောင့် Bearings များပြုလုပ်ရာ၌ပင် သုံး နိုင်သည်။

Bronze အမျိုးအစားဝင် Gun Metal မှာ Tin 10% နှင့် Zinc 2% ထိပါဝင်၍ Tensile Strength, Corrosion Resistance ကောင်းမှု ကြောင့် အခင်းအကျင်းချောင်း၊ အစက်ချောင်းများပြုလုပ်ရာ၌ များ ၍ အသုံးပြုနိုင်၍ ရေနံ စိုင်ခံနိုင်မှုအား ရှိသော Corrosion - Resistant Castings များပြုလုပ်ရာ၌အသုံးပြု၍ Pumps, Valves, Marine Purpose parts နှင့် ကျော့ရှင်ရာများမှာ Alloy ဖြင့်အများဆုံး သုံး၍ ကောင်းပြုလုပ်သည်။

Bearing Bronze မှာမူ Tin နှင့် Zinc အပြင် Lead ကို 5% မှ 24% ထိပေါင်းထည့်ပေးထားသည်။ ၎င်း Alloy မှာ Wear Resistance ကောင်းမှုကြောင့် Aero and Automotive Crankshaft Bearings များပြုလုပ်ရာ၌

များ၌ အသုံးပြုသည့်အပြင် Pressure - tight Casting များပုံလောင်းရာ၌ လည်း အသုံးပြုသည်။ ၎င်း Alloy ကို Red Brass နှင့် Leaded Bearing Alloy ဟုလည်း ခေါ်သည်။

Copper ၊ Copper ခေါ်ကြေးနီမှာ လူသားတို့အသုံးပြုခဲ့သော ဦးဆုံး သတ္တုများထဲမှ တစ်ခု ဖြစ်သည်။ Copper မှာ Ductility, Electrical Conductivity, Heat Conductivity, Corrosion Resistance တို့မှာ ငွေသတ္တုမှလွဲ၍ အထူးသဖြင့်မြင့်မားကောင်းမွန်သောသတ္တုဖြစ်သည်။ ၎င်းဂုဏ်သတ္တိများကြောင့် သတ္တုသန့်အဖြစ်အနေဖြင့်များ စွာအသုံးပြုပြီး အထူးသဖြင့်လျှပ်စစ်နှင့်ဆိုင်သော လျှပ်ကူးစက်ကရိယာအစိတ်အပိုင်းများ ဖြစ်သည်။ Electrical Conductors များ အဖြစ်ပြုလုပ်သုံး၍သည်။ Electrical Industries များအတွက် ၎င်းသတ္တုမှာ မရှိမဖြစ်သည့် များစွာ အရေးကြီး အသုံးဝင်သောသတ္တုဖြစ်သည်။

Copper ကိုသတ္တုသန့်အနေအထား အပြင် အခြား သောသတ္တုများ နှင့် ရောသော Alloys များ အဖြစ်လည်း စက်မှုလုပ်ငန်းများစွာ အသုံးဝင်သည်။ Copper ကိုအခြေခံ ရောစပ်မှုလသတ္တုအဖြစ် အသုံးပြုပြီး အခြား Alloying Metals များ နှင့် ရောသော Copper Base Alloys များ အဖြစ်ပြုပြင်ပြောင်းလဲပြီး စက်မှုလုပ်ငန်းများ စွာသုံး၍သည်။ ၎င်းတို့ ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့်လည်း ဂုဏ်သတ္တိများ မှာ အမျိုးမျိုး ပြောင်းလဲရရှိလာသည်။ အထက်ဖော်ပြပါ Brass အမျိုးမျိုး Bronze အမျိုးမျိုး Bronze အမျိုးမျိုး တို့မှာ Copper Base Alloys များဖြစ်ပြီး ဖော်ပြပြီး ဖြစ်သည်။

Gun metal Copper Base Alloy တစ်ခုဖြစ်သည့် Bronze အမျိုးအစားဝင် Alloy ဖြစ်သည်။ အထက်တွင် ဖော်ပြပြီး ဖြစ်သည်။

< Lead တမ္မာ မြေမှရရှိသောသတ္တုများ တွင် အပြာရောင်သန်း သည့် မီး ခိုးရောင်ရှိ Lead မှာအပျော့ပျောင်းဆုံး ဖြစ်သည့်အပြင် အလေး နိုင်သတ္တုဖြစ်ပြီး အရည်ပျော်အမှတ်မှာ 327.50 သာရှိသည်။ Corrosion Resistance အထူးမြင့်မား ကောင်းမှုကြောင့် Roofing, Electric Cables, Chemical Industry တွင်များ စွာအသုံးဝင်သည်။ ထို့ပြင် Storage Batteries များအတွက်လည်း ကောင်း၊

Ammunition နှင့် Foil ပြုလုပ်ရာတွင်လည်းကောင်း များစွာအသုံးပြု၏။ Bearing Metals များနှင့် Solder များ Type-metals များတွင်ကား Lead ကို ခြားသောရောစပ်သတ္တုများနှင့်ရော၍ Alloy များအဖြစ်အသုံးပြု၏။ Lead Base Bearing Alloys များတွင် Lead ကိုအဓိကရောစပ်သတ္တုအဖြစ် ... White Lead, Red Lead, Orange Lead အဖြစ်သုံးနိုင်ရ၏။

Lead Chrome အဖြစ်လည်းကောင်း လဲပြုလုပ်သုံးစွဲ၏။ Lead ၏ ပျော့ပြောင်းမှုကိုလျှော့ချပြီး မာကျောလာစေရန် Autimony or Arsenic နှင့် ရောစပ်ပေးရ၏။

Tin - Tin မှာအဝါရောင်အနည်းငယ်သန်းသည့်အဖြူရောင်ရှိသတ္တု တစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်းသတ္တုမှာ 232°C တွင်အရည်ပျော်၏။ ၎င်းပေါ့ပါးသောသတ္တုတစ်ခုဖြစ်သည်။ Tin ကိုသတ္တုသန့်အဖြစ်အနေတွင်လည်းကောင်း၊ သတ္တုရောများတွင်လည်းကောင်း၊ များစွာအသုံးပြု၏။ Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှုကြောင့် သတ္တုသန့်အဖြစ်အနေတွင်အခြားသောသတ္တု ဥပမာ- Tin cans, Tin Plates, Tin Sheets များ အပေါ် ပါးလွှာစွာဖြင့်လိမ်းဖုံးအုပ်ထားရာ၌အသုံးပြု၏။ ဥပမာ- Copper, Iron, Mild Sheets စသည်တို့မှာ Tin ဖြင့် ပစ္စည်းတစ်ခုလုံးပြုလုပ်ထားခြင်းမဟုတ်ချေ။ Mild Steel (သို့မဟုတ်) Low Carbon Steel Sheet များဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော Can or Plate များပေါ်တွင် Tin ကိုလွှမ်းစွာပါးလွှာစွာသောအနေဖြင့် လိမ်းဖုံးအုပ်ထားခြင်းသာဖြစ်၏။ အစားအစာဘူးများမှာ ၎င်းသို့ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ထို့ပြင် အထက်တွင်ဖော်ပြခဲ့သကဲ့သို့ Bronze Metals များတွင် Alloying Elements အဖြစ်လည်းကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုသည့်အပြင် Tin Lead Solders များတွင်လည်းကောင်း၊ Tin Lead Solders များ Tinman's Solders ရာ၌လည်းကောင်း၊ မူလအခြေခံသတ္တုများအဖြစ် အသုံးပြု၏။ Tin ၏ထူးခြားသော [illegible] မှာ Oxidation Resistance နှင့် Organic Acids Resistance ကို ...

White metal - White Bearing Metal ကိုဖော်ပြခြင်းဖြစ်သည်။ ... Tin ဖြစ်လျက် 50% မှအထက်ရှိပြီး၊ ကျန် Alloying Elements တို့မှာ

Tin Base Alloy တစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်း Alloy မှာ Anti-Friction Metal အဖြစ် အဓိကအသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။ White Bearing Metal ဖြစ်သောကြောင့် metal တွင်ပါဝင်သော သတ္တုလေးမျိုးကို အမျိုးမျိုးဖြင့်ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် အမျိုးမျိုးဖြင့်အသုံးပြုနိုင်မည့် Bearing အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးကိုရ၏။ အခြေအနေ ... Automobile & Aero engine main bearings, Big-end bearings, Locomotive, ... engine Generators and Dynamos bearings; Railway Rolling Stock bearings စသည်ဖြင့်အခြေအနေအမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုနိုင်သော Bearing အမျိုးခွဲများစွာကိုရရှိ၏။ ထို့ပြင် အိမ်သုံးစက်ငယ်များတွင် အသုံးပြုသော Bearings များအတွက်လည်း အသုံးပြုသေး၏။

Zinc အပြာရောင်သန်းသည့်အဖြူရောင်ရှိ သတ္တုဖြစ်သည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် ထားချိန်တွင် ကျိုးပဲ့သော ဂုဏ်သတ္တိရှိသော်လည်း အပူချိန် 100-150°C ထိ အပူပေးထားသော် Sheets များ Tubes များအဖြစ် Rolling, Drawing နည်းများဖြင့် လုပ်ဆောင်နိုင်၏။ Zinc မှာ အပူချိန် 419.4°C တွင်အရည်ပျော်၏။ Zinc ၏ Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှုကြောင့် Steels များဖြင့်ပြုလုပ်ထားသော ပစ္စည်းများကို ကာကွယ်သည့်အနေဖြင့် ပါးလွှာစွာအနေထားဖြင့် Coating or Galvanizing ပြုလုပ်ပေးထားရာတွင် များစွာအသုံးပြု၏။ အိမ်မိုးသွပ်ပြားများကို ၎င်းနည်းဖြင့်ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

Zinc ကိုအခြားအသုံးပြုပုံမှာ Alloys များတွင် Base Metal အဖြစ်လည်းကောင်း၊ Alloying Elements အဖြစ်လည်းကောင်း အသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။ Die Casting Alloy အမျိုးမျိုးအတွက် Zinc Base Alloy တွင် Aluminum, Copper နှင့် Magnesium တို့ကို အဓိကရော၍အသုံးပြု၏။ Zinc ကိုထင်ရှားစွာအသုံးပြုခြင်း တစ်ရပ်မှာ Brass အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ရာ၌ဖြစ်၏။ Alloying Elements အဖြစ် Zinc ကို ရာနှုန်းအမျိုးမျိုးအရ Copper တွင်ရောပေးခြင်းဖြင့် အမျိုးမျိုးသော Brass များရရှိကြောင်း အထက်တွင်ဖော်ပြပြီးဖြစ်၏။ ထို့ပြင် Brass များအပြင် Tin နှင့်ရော Zinc အဖြစ် Gun metal နှင့် Bearing Bronze များတွင်လည်း Tin နှင့် Zinc ကိုလည်း အမျိုးကျရောရကြောင်းဖော်ပြပြီးဖြစ်သည်။ ထို့ပြင် ဆိုးဆေး (Enamel Paints) များ ဖော်စပ်ရာ၌လည်း Zinc Oxide အဖြစ်နှင့် ထည့်သွင်းအသုံးပြု၏။

WORKSHOP TECHNOLOGY

Industrial Safety

လူတို့သည် စက်ရုံအလုပ်ရုံများအတွင်းအလုပ်လုပ်ကိုင်ကြရာ၌၊ မိမိတို့လုပ်ဆောင်
သောလုပ်ငန်းများအပေါ်တွင်စနစ်တကျထိရောက်သောကျွမ်းကျင်မှုမရှိကြသောကြောင့်
င်း၊ လုပ်ငန်းအပေါ်တွင်စိတ်ပါဝင်စားမှုနည်းပါးပြီးသတိလက်လွတ်ဖြစ်မှုရှိကြသောကြောင့်
င်း၊ အလုပ်ကိုအလေးမမူ ဂရုမစိုက် လက်လွတ်စပယ်ဆောင်ရွက်သောကြောင့်၄င်း၊ ဝတ်
ားဆင်ယင်မှုစနစ်တကျသေသပ်မှုမရှိသောကြောင့်၄င်း၊ စက်ပစ္စည်းကရိယာများကိုအ
ဉ်ကြန့်ခိုင်မှုရှိနေစေရန်စနစ်တကျထိန်းသိမ်းပြုပြင်မှုနည်းပါးသောကြောင့်၄င်း–

(၁) လူများကိုထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိစေခြင်း၊

(၂) ကိုင်တွယ်အသုံးပြုလျက်ရှိသောစက်ပစ္စည်းကရိယာများကိုထိခိုက်ပျက်စီးစေ
ခြင်း ဟူ၍ လုပ်ငန်းခွင်ထိခိုက်မှုနှစ်ရပ်ကို တွေ့ရှိကြရ၏။

ဤသို့ထိခိုက်မှုများဖြစ်ပေါ်ရာ၌ နာရီပိုင်း၊ ရက်ပိုင်း၊ လပိုင်းကြာအောင်
ထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိစေနိုင်မှုမှ တသက်တာပတ်လုံးမစွမ်းမသန်ဖြစ်စေခြင်း၊ကိုယ်လက်အင်္ဂါ
ချို့ယွင်းသွားကြခြင်းနှင့်အသက်ပါဆုံးရှုံးသည်အထိထိခိုက်စေနိုင်သကဲ့သို့စက်ပစ္စည်းကရိယာတို့မှာ
လည်းပြန်လည်ပြုပြင်ရနိုင်သောသာမန်ပျက်စီးမှုမှ ပြုပြင်သုံးစွဲရန်လုံးဝမဖြစ်နိုင်တော့
သည့် ပျက်စီးခြင်းများအထိဖြစ်ပေါ်စေနိုင်၏။

ထို့ကြောင့် စက်ရုံအလုပ်ရုံအတွင်း လုပ်ငန်းများစတင်မဆောင်ရွက်မီ လူ
များနှင့်စက်များပါ လုပ်ငန်းခွင်အန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေးအတွက် လူတို့သိသင့်သိထိုက်သော
စနစ်တကျကြိုတင်ကာကွယ်မှုများ လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်မှုများကို ကြိုတင်လေ့လာသိရှိနားလည်
ထားရန်နှင့် လက်တွေ့တွင်လိုက်နာကြရန် လိုအပ်၏။

Safety in Machine Shop

စက်မှုထွန်းကားသော တိုးတက်ဖွံ့ဖြိုးပြီးသောနိုင်ငံများသာမက၊ ဖွံ့ဖြိုးဆဲနိုင်
ငံများတွင်ပင် စက်ရုံအလုပ်ရုံတို့၌ လုပ်ငန်းခွင်အန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေးအတွက် ကြိုတင်ကာ
ကွယ်မှုများကို ပြင်ဆင်လုပ်ဆောင်လျက်ရှိနေကြသော်လည်း၊ စက်မှုထွန်းကားလာသည်နှင့်အ

ဖြစ်ပွားမှုများမှာ ရံဖန်ရံခါ မကြာခဏ ကြုံတွေ့ကြရ၏။ ထို့ကြောင့် လုပ်ငန်းခွင် မတော်တဆထိခိုက်မှုများမှ [illegible] ကင်းရှင်းစေရေး၊ နှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့် [illegible] လုပ်ငန်းခွင် အန္တရာယ်ကင်းရှင်းစေရေး [illegible] စက်ပစ္စည်းကိရိယာတို့ကိုသာ ထိခိုက်ပျက်စီးမှုများမှ ကင်းရှင်းစေရန်တို့ [illegible] ဆောင်ရွက်ထားရန် လိုအပ်သည်နှင့်အမျှ အများ [illegible] ကို လိုက်နာကြရန် အရေးကြီး၏။

စက်မှုလုပ်ငန်းဆိုင်ရာ အလုပ်ရုံများအတွက် စက်ကရိယာများကို အဓိကအသုံးပြုရသည့် Machine Shop နှင့်ပါတ်သက်၍ သိသင့်သိထိုက်သော ကြိုတင်ကာကွယ်မှုများ မှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်သည်။

General Safety Precautions

(၁) [illegible] အသုံးပြုလျက်ရှိသည့် စက်များတွင် ထိရောက်သော အကာ အကွယ် များ (Safety guards) များကို ယင်းတို့၏ နေရာမှန်၌ စနစ်တကျ အစဉ် တပ်ဆင်ထားရှိရမည်။

(၂) မည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ စစ်ဆေးမှုပြုပြင်ပြီးပါက၊ ယင်း၏ အကာ အကွယ် ပစ္စည်းများကို ချက်ချင်းပြန်လည်တပ်ဆင်ထားရမည်။

(၃) မည်သည့် စက်ကိုပင်အသုံးပြု ဆောင်ရွက်သည်ပင်ဖြစ်စေ၊ ယင်းစက်၏လည်ပတ် လှုပ်ရှားမှုဆိုင်ရာ အစိတ်အပိုင်းများအသုံးပြုပုံနှင့် လိုအပ်ပါက၊ ရုတ်တရက် ရပ်တန့်နိုင်ရန် ဆောင်ရွက်နည်းများကို ကြိုတင်၍ လေ့လာထားရမည်။

(၄) စက်လည်ပတ်လှုပ်ရှားနေစဉ်၊ သန့်ရှင်းခြင်း၊ ဆီထည့်ခြင်း၊ ပြင်ဆင်ခြင်း၊ တိုင်းတာစစ်ဆေးခြင်း၊ စသည်တို့ကိုလုံးဝမပြုလုပ်ရ၊ စက်၏လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကို လုံးဝ ပိတ်ပြီးမှသာ လုပ်ဆောင်ရမည်။ မည်သည့် စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ စတင်လည်ပတ် မရှိမီ [illegible] တပ်ဆင်ထားသော အောက်ပါတို့ကို -
အလုပ်ခုံ [illegible] စသည်တို့နှင့်တကွ စက်အစိတ်အပိုင်းများ၊ စနစ်တကျ သေချာစွာ တပ်ဆင်ပြီးကြောင်း [illegible] စစ်ဆေးပြီးမှသာလုပ်ဆောင်ရမည်။

(၅) စက်တွင်အလုပ်လုပ်ကိုင်နေစဉ် စက်ကိုမှီခိုကပ်၍ မနေရ။

(၆) စက်ကို ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်နေစဉ် မလိုအပ်ပဲ စကားများစွာပြောခြင်း ကို ရှောင်ကြဉ်ရမည်။ [illegible] ထားရမည်။

(၇) အခြားသူများ စက်များနှင့်လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေစဉ် [illegible] မလိုအပ်ပဲစကား မ

ပြောရ။

(၈) မည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ ရပ်တန့်ရာ၌လက်(သို့)ကိုယ်ခန္ဓာမည်သည့်အစိတ်အပိုင်းနှင့်မျှတိုက်ရိုက်ရပ်တန့်ခြင်းမပြုရ။

(၉) စက်မှထွက်ခွါသွားလိုပါက စက်လည်ပတ်လှုပ်ရှားနေသည့်လျှပ်စစ်ဓါတ်အားကိုအပြီးအပိုင်ပိတ်ထားရမည်။ ထို့ပြင် လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ပိတ်ပြီးသည့်တိုင်အောင် စက်သည် အရှိန်ဖြင့်ဆက်လက်လည်ပတ်နေပါက ထိုစက်မှ ချက်ချင်းထွက်ခွါမသွားရ။ စက်အပြီးတိုင် ရပ်တန့်ပြီးမှသာ ထွက်ခွါသွားရမည်။

၁၀) ကိုင်ရာမှကိုင်တွယ်ခွင့်မပြုသေးသောစက်၊ ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ရန်အခွင့် မရှိသောမည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ ဆရာ(သို့မဟုတ်)အုပ်ချုပ်သူ၏ ခွင့်ပြုချက်မရရှိပဲ၊ မည်သည့်အခါမှလည်ပတ်မောင်းနှင်ခြင်းမပြုရ။

၁၁) စက်တစ်ခုကို ၂ယောက်(သို့မဟုတ်)အများနှင့်စုပေါင်းလုပ်ကိုင်ရပါက တစ်ဦးတစ်ယောက်တည်းကသာ ဦးဆောင်၍ စက်ကိုလည်ပတ်ခြင်း၊ ပိတ်ခြင်းများပြုလုပ်ရမည်။

(၁၂) ဆရာ(သို့မဟုတ်)အလုပ်ရုံကွင်းတာဝန်ရှိသူမရှိလျှင် မိမိလုပ်ဆောင်လက်စရှိ သည့်စက်များမှတပါး၊ အခြားစက်များကိုခွင့်ပြုချက်မရပါက မောင်းနှင်လည်ပတ်ခြင်းမပြုရ။

(၁၃) ရှည်လျားကြီးမားလေးလံသောပစ္စည်းများကိုကိုင်ဆွယ်ရွှေ့ပြောင်းတပ်ဆင်လုပ်ကိုင်ရပါက၊ တစ်စုံတစ်ဦး၏လိုလောက်သောအကူအညီကို ရယူပြီးမှသာလုပ်ဆောင်ရမည်။ အန္တရာယ်မှ ကင်းရသောနည်းစနစ်များကိုသုံး၍ ရွှေ့ပြောင်းတပ်ဆင်လုပ်ကိုင် ရမည်။

(၁၄) စက်များ၏ပတ်ဝန်းကျင်နှင့်တကွ စက်ရုံကြမ်းပြင်ကို သစ်အူအစများ၊ သံလုံးသံချောင်းများ စသည်တို့မရှိစေရ၊ အစဉ်ရှင်းလင်းနေစေရမည်။

(၁၅) စက်ရုံအတွင်း ပြေးလွှားကစားခြင်း၊ နောက်ပြောင်ခြင်း ဆော့ကစားခြင်းမျိုး လုံးဝမပြုလုပ်ရ။

(၁၆) အလုပ်လုပ်ကိုင်စဉ် လုံလောက်သောအလင်းရောင်ကိုရရှိရန်ဂရုပြုရယူရမည်။ လေဝင်လေထွက်ကောင်းနေစေရန်လည်း ဂရုပြုရမည်။

(၁၇) တစ်စုံတစ်ယောက်သည် ထိခိုက်ဒဏ်ရာရရှိပါက၊ မည်ကဲ့သို့ပင်ဖြစ်စေ၊ ဆေးရုံဆေးခန်းသို့မပို့ဆောင်နိုင်သေးမီ၊ ရှေးဦးသူနာပြုစုနည်းဖြင့် ချက်ချင်းပြုစုစောင့်ရှောက်ရမည်။

Clothing & Safety Equipments

(၁) စက်နှင့်လုပ်ငန်းအခြေအနေပေါ်တွင်မူတည်၍ သင့်လျော်အောင်စီမံပြုလုပ်ထားသောလုပ်ငန်းဆိုင်ရာ Safety gloves,goggles, face shields များကို၊ အလုပ်လုပ်ကိုင်နေစဉ် အစဉ်တပ်ဆင်ထားရမည်။

(၂) လုပ်ငန်းသဘာဝအခြေအနေနှင့်သင့်လျော်အောင်ချုပ်လုပ်ထားသောအဝတ်အထည်များ၊ ဖိနပ်များကိုသာဝတ်ဆင်ရမည်။ ကြီးမားလေးလံသောအလုပ်ပစ္စည်းများကို ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ရပါက Safety shoes, safety Boots - များအသုံးပြုရမည်။

(၃) အလုပ်လုပ်ကိုင်နေချိန်တွင်လက်စွပ်များ၊ လက်ကောက်များ၊ နာရီများစသည်တို့ကို ဝတ်ဆင်ခြင်းမှ ရှောင်ကြဉ်ရမည်။

(၄) လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေချိန် ပွလျောင်းသောအဝတ်များ၊ စုတ်ပြဲနေသောအဝတ်များနှင့်လည်စီးများကိုထိန်းသိမ်းမှုမရှိ လက်လွတ်စပယ်ဝတ်ဆင်ခြင်းမှ ရှောင်ကြဉ်ရမည်။

(၅) ရှပ်လက်တိုအကျႌမှာလုပ်ငန်းအတွက်အန္တရာယ်ကင်းသည့်အဝတ်အထည်ဖြစ်သည်။ ရှပ်လက်ရှည်၊ အပေါ်အကျႌများဝတ်ထားပါက၊ တတောင်ဆစ်အထက်ထိုင်အောင်လက်ကို လိပ်တင်ထားပြီးမှလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရမည်။

(၆) မည်သည့်စက်ကိုပင်ဖြစ်စေ၊ လှည့်ပတ်မောင်းနှင်ကိုင်တွယ်လုပ်ဆောင်ခြင်းပြုလုပ်ရာ၌လက်အိတ်များကိုအသုံးမပြုရ။ လက်အိတ်ချွတ်၍သာလုပ်ဆောင်ရမည်။

(၇) ကြမ်းတမ်းထက်မြက်သောအစွန်းအစများ၊ အနားပေါက်များပါရှိသည့်လုပ်ငန်းများနှင့်အပူချိန်မြင့်သည့်လုပ်ငန်းများလုပ်ဆောင်ရပါက၊ သင့်လျော်အောင်စီမံထားသောလက်အိတ်များကိုအသုံးပြုရမည်။

House Keeping

(၁) စက်ရုံကြမ်းပြင်ကို စက်ဆီ အမဲဆီ ချောဆီစသည်တို့ဖြင့်ချော်စေသောအရာများမှ သန့်ရှင်းနေစေရန်အစဉ် ဂရုပြုရမည်။ ကျရောက်နေပါကလည်း ချက်ချင်းသန့်စင်ပေးရမည်။

(၂) စက်ရုံတွင်းသွားလာရာလမ်းကြောင်းများကို အစဉ်ရှင်းလင်းနေစေရမည်။

(၃) သံပိုင်း၊ သံချောင်းစသည်တို့ကိုလူအားအန္တရာယ်မဖြစ်စေနိုင်သောနေရာများဖြင့် စနစ်တကျသိမ်းဆည်းရမည်။

(၄) စက်ရုံတွင်း အလုပ်စားပွဲများ၊ အစွန်းအဖျားများ၊ အနား၊ ထောင့်များပေါ်တွင် စက်ပစ္စည်းကရိယာများ၊ စူးဆောက် လုပ်ငန်းကရိယာတန်ဆာပလာများ မသေမချာတင်ထားခြင်းမှ ရှောင်ကြဉ်ရမည်။

(၅) Cutting tools,Hand tools, Measuring tools စသည်များကိုအသုံးမပြုသည့်အခါ စနစ်တကျသိမ်းဆည်းထားရှိရမည်။

(၆) သံသတ္တုအပိုအစများကိုသတ်မှတ်ထားသည့်နေရာ၌သာစွန့်ပစ်ရမည်။

Safety for Electrical Mountings

လျှပ်စစ်ဓါတ်အားမှာစည်းကမ်းစနစ်ကျနစွာအသုံးပြုပါက လူသားများအတွက်များစွာအကျိုးပြုသောစွမ်းအင်ဖြစ်သော်လည်း၊ စနစ်တကျအသုံးမပြုပါကများစွာအန္တရာယ်ဖြစ်စေနိုင်သည့်ဓါတ်အားဖြစ်၏။ နေ့စဉ်နှင့်အမျှလူအများတို့သည်လျှပ်စစ်ဓါတ်အားနှင့်ပတ်သက်၍ ပညာဗဟုသုတနည်းပါးသောကြောင့်၄င်း၊ စနစ်တကျအသုံးမပြုသောကြောင့်၄င်း၊ စည်းကမ်းမဲ့လက်လွတ်စပယ်လုပ်ဆောင်သောကြောင့်၄င်း၊ သတိလက်လွတ်ပြုမိသောကြောင့်၄င်း၊ လျှပ်စစ်အန္တရာယ်မှာမကြာခဏကျရောက်သည်ကိုတွေ့ရှိနေရပြီး၊ အချို့မှာအသက်ဆုံးရှုံးသည်အထိဖြစ်ခဲ့ကြရ၏။

လျှပ်စစ်အန္တရာယ်မှာများစွာတိုတောင်းသောစက္ကန့်ပိုင်းအချိန်အတွင်းပင်ဖြစ်ပေါ်၊ ကျရောက်ထိခိုက်ပြီးပါက ကုစားရန်ခက်ခဲသောကြောင့်အန္တရာယ်မကျရောက်စေရန် ကြိုတင်ကာကွယ်မှုသည်သာအကောင်းဆုံးနည်းဖြစ်စေသည်။

ထို့ကြောင့်ကျောင်းသားများ၊ စက်ရုံလုပ်သားများမှာ စက်ရုံအလုပ်ရုံအတွင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ကြချိန်၌လျှပ်စစ်အန္တရာယ်နှင့်ပတ်သက်၍ အောက်ပါတို့ကိုအစဉ်တစိုက်သတိထားလိုက်နာဆောင်ရွက်ကြရန်အထူးပင်လိုအပ်၏။

(၁) ရေစိုနေသောလက်များဖြင့်လျှပ်စစ်ခလုတ်ကိုထိတွေ့နှိပ်ခြင်းမပြုရ။

(၂) စွတ်စိုနေသောကြမ်းပြင်တွင်လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာလုပ်ငန်းများဆောင်ရွက်ပါက၊ ခြောက်သွေ့နေသော[illegible]ဖြင့်ဖိနပ်တစ်ခုခုကိုစီး၍လုပ်ဆောင်ရန်။

(၃) လျှပ်စစ်နှင့်ဆိုင်သောအလုပ်လုပ်စဉ်ဓါယာ[illegible]ရှိပါက၊ လျှပ်စစ်ခလုတ်ကိုချက်ချင်းပိတ်လိုက်ရန်။

(၄) လျှပ်စစ်သွားလာရှိနေသည့် wire, starter , Motor စသည်များမှ လျှပ်

စစ်ဖြတ်တုံးဖြင်းအလင်းရောင်ရရှိပါက (သို့မဟုတ်) အသံတစ်ခုခုကြားရပါက လျှပ်စစ်ခလုတ်ကို ချက်ချင်းပိတ်ရန်။

(၅) စက်တစ်ခုခုကိုမကိုင်မီ လျှပ်စစ်အရှင်အပိတ်ခလုတ်ကို အမြန်ရှင့်ပိတ်နိုင်ရန်အတွက် ကြိုတင်လေ့လာမှတ်သားထားရန်။

(၆) တစ်စုံတစ်ယောက်သည်လျှပ်စစ်ဓါတ်လိုက်ခံရသည်ကို ထင်မှတ်ရပါက အမြန်ဆုံးနည်းဖြင့် လျှပ်စစ်ခလုတ်ကို ပိတ်ရန်၊ တစ်ချိန်တည်းမှာပင် ဖြစ်နိုင်ပါက ထိုလူကို လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာပစ္စည်းများမှ တင်းလွတ်သွားရန်အတွက် ချက်ချင်းဆောင်ရွက်ရန်။ (သို့ဆောင်ရွက်ရာ၌ မိမိကိုယ်မိမိအယုံအကြည်မကြီးလွန်းစေရန်နှင့် မိမိသည်ဒုတိယ ဓါတ်လိုက်ခံရသူအဖြစ်မရောက်ရှိစေရန်အတွက် အထူးဂရုစိုက်လုပ်ဆောင်ရန်)

(၇) တစ်ဦးတစ်ယောက်သည် ဓါတ်လိုက်ခံရပါက အရေးပေါ်ပြုစုကုသနည်းများအရပြုစုရန်၊ နှလုံးခုန်မှု အသက်လတ်ဖြစ်ပေါ်နေစေရန်အတွက် အမြန်ဆုံးဆောင်ရွက်ရန်၊ လိုအပ်ပါက Artificial Respiration နည်းကိုအသုံးပြုရန်။

(၈) တစ်စုံတစ်ယောက်လျှပ်စစ်ဓါတ်လိုက်ခံရပါက ဆေးလူများလုပ်ဆောင်ရမည့် လုပ်ငန်းများကိုစနစ်တကျသင်ကြားပြီး အကူအညီ တောင်းယူရန်။

(၉) ဆေးမှုထမ်းလူများနှင့် သင်ကိုယ်တိုင်ဓါတ်မလိုက်စေရန် စနစ်တကျသတိပေး သွန်ကြားပြသရန်။

(၁၀) လူနာအား အမြန်ဆုံးနည်းဖြင့် အနီးဆုံးဆေးခန်း၊ ဆေးရုံသို့ ရောက်ရှိစေရန်အတွက် ဆောင်ရွက်ရန်။

(၁၁) ချို့ယွင်းနေသော လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ ကိရိယာများ၊ ဝါယာများကို သက်ဆိုင်ရာနားလည်တတ်ကျွမ်းသူများဖြင့် ချက်ချင်းပြင်ဆင်ရန်။

(၁၂) ပြင်ဆင်နေစဉ်အချိန်အတွင်း ပြင်ပလူများလာရောက်ပြီ ထွေ့တိုက် ဒိုက်မှုမရှိစေရန်အတွက် သတိပေးချက်များကို လိုအပ်သကဲ့သို့ ချိတ်ဆွဲထားရှိရန်။

Act Speedily but donot loose your head

METALS

အင်ဂျင်နီယာလုပ်ငန်းဆိုင်ရာပစ္စည်း ကိရိယာ-ယာဉ်၊ ရထား၊ သင်္ဘော လေယာဉ် ဆောက်လုပ်ရန်ပစ္စည်းများ-အဆောက်အဦး၊ တံတား၊ လမ်းဆောက်လုပ်ရန်ပစ္စည်း

များ၊ စက်လက်နက်အသုံးအဆောင်ပစ္စည်းကိရိယာများ၊ စက်ရုံအလုပ်ရုံသုံးပစ္စည်းများ၊ နေအိမ်နှင့်လူတို့အသုံးပြုရန်ပစ္စည်းများ စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ Metals ခေါ် သတ္တုများကို လွန်ခဲ့သောနှစ်ပေါင်းများစွာမှ ယနေ့တိုင်အောင်အသွင်အမျိုးမျိုး ပုံစံအမျိုးမျိုး အခြေအနေအမျိုးမျိုးတို့ဖြင့် လူသားတို့အကျိုးကျေးဇူးအတွက် ကျယ်ပြန့်များပြားစွာ သုံးစွဲခဲ့ကြ၏၊ နောင်နှစ်ပေါင်းများစွာ ကြာသည့်တိုင်အောင် ဆက်လက်သုံးစွဲကြရဦးမည် ဖြစ်၏။

၎င်းသို့နည်းအမျိုးမျိုးဖြင့် ပြုလုပ်သုံးစွဲရာ၌ အသုံးပြုခဲ့သော သတ္တုအမျိုးအစားများစွာတို့ကို အကျဉ်းအားဖြင့် (၂) ပိုင်းခွဲခြားနိုင်ရာ-

(၁) Ferrous Metals (၂) Non Ferrous Metals တို့ဖြစ်၏။

Ferrous Metals

Non Ferrous Metals တူသည်မှာ သံ (Iron) ကိုအခြေခံပစ္စည်း အဖြစ် သုံးစွဲလျက် အခြားသင့်လျော်သောသတ္တုများကို အချိုးကျရောစပ်ပေးထားသည့် သံအခြေခံ သတ္တုများ (သို့မဟုတ်) သံပါသတ္တုများကို ခေါ်ဆို၏။ Ferrous Metalsများကို အမျိုးတို့ မြောက်များစွာ ခွဲခြားနိုင်လျက် သံကိုအဓိကအခြေခံပစ္စည်းအဖြစ်သုံးစွဲပြီး၊ အခြားသတ္တုများကို လိုအပ်သော Properties များရရှိစေရန်အတွက် အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးကို အရ၊ အချိုးအစားအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ စက်မှုလောကတစ်ခုလုံးတွင် အဓိကအသုံးအများဆုံးသော သတ္တုအမျိုးအစားများဖြစ်၏။ ဥပမာ- Wrought Iron, Pig Iron များ High Carbon Steels, Medium Carbon Steels, Low Carbon Steels စသည့် Steels, Gray Cast Iron, Malleable Cast Iron, Alloy Cast Irom စသည့် Cast Iron များ စသည်တို့မှာ Ferrous Metals များဖြစ်ကြ၏။

Non Ferrous Metals

Non-Ferrous Metals တူသည်မှာ သံ (Iron) မဟုတ်သောသတ္တုများ တနည်းအားဖြင့် သံလုံးမပါရှိသောသတ္တုအမျိုးတို့များကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်၏။ သံမဟုတ်သော အခြားသတ္တုများကို တစ်မျိုးတည်း သတ္တုသန့်အခြေအနေ၌၎င်း၊ (၂) မျိုးမှအထက်တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအချိုးကျရောစပ်ပေးထား၍၎င်း၊ ပြုလုပ်သုံးစွဲရာ ထင်းသတ္တုရောတို့မှာ လည်း Non-Ferrous Metals များနှင့် Non-Ferrous Alloys များတွင်အပါအဝင်

ဖြစ်သည်။ ဥပမာ- Aluminium, Antimony, Cadmium, Cobalt, Copper, Gold, Lead, Manganese, Molybdenum, Zinc, Nickel, Platinum, Silver, Tin, Titanium, Tungsten, Vanadium,

[illegible] Non Ferrous Metals များဖြစ်သည်။

[illegible] Non Ferrous Alloys များ [illegible] Aluminium [illegible] Aluminium Base Alloys များ [illegible] Copper [illegible] Copper Base Alloys [illegible] Tin [illegible] Tin Base Alloys များ Lead [illegible] Lead Base Alloys များ [illegible] ဖြစ်သည်။

Metallurgical Terms

Metallurgy [illegible] Metallurgical Terms များ [illegible] ဖြစ်သည်။

Ductility သည်လည်း Physical Property တစ်ခု ဖြစ် [illegible]

Hardness သည်လည်း Physical Property တစ်ခုဖြစ် [illegible]

Conductivity [illegible]

ရာ၌ တစေရာသို့ ရွှေ့ပေး (ဆွဲဆန့်) ပေးသည့်အခါတွင် ကျိုးပြတ်ခြင်းမရှိဘဲ ဖော နိုင်သော ဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်သည်။ သတ္တုကိုရွှေ့ပေး (ဆွဲဆန့်) ပေးသည့်အခါတွင် ပြတ်တောက်နိုင်သော သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်သည်။

Brittleness သည်လည်း Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တုတစ်ခုကို ထုရိုက်သောင်ရွက်ချိန်များတွင် ပုံသဏ္ဍာန်တစ်ခုမှ တစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲရာ၌ ရုတ်တရက် ပြောင်းလဲမသွားခြင်း၊ ပြောင်းလဲသွားစေရန် [illegible] သတ္တုဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်သည်။ သတ္တုပုံသဏ္ဍာန် ပြောင်းလဲရန် ခက်ခဲသော [illegible] ဂုဏ်သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်သည်။

သတ္တုတစ်ခုသည် ဤဂုဏ်သတ္တိ [illegible] ပုံသဏ္ဍာန် ပြောင်းလဲ [illegible] ပြောင်းလဲသွားစေရန် [illegible] နိုင်သည်။

Softness သည်လည်း Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တုတစ်ခုကို ထုရိုက်သောင်ရွက်ချိန်များတွင် ပုံသဏ္ဍာန်တစ်ခုမှ တစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲစေရာ၌ [illegible] (ထိုအပ်သော ပုံသဏ္ဍာန်သစ်တစ်ခုအဖြစ် ပြောင်းလဲမသွားဘဲ [illegible] ဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်သည်။ သတ္တုကိုထုရိုက်သော ပုံသဏ္ဍာန် ပြောင်းလဲ ဖြစ်ပေါ်သွားခြင်း မရှိသော [illegible] ဂုဏ်သတ္တိဟု မှတ်ယူနိုင်သည်။

ဥပမာ- သတ္တုတစ်ခုကို [illegible] ဖြတ်ပိုင်း [illegible] Brittleness ရှိသည်ဟု မှတ်ယူနိုင်သည် [illegible] Brittleness ရှိသည်ဟု မှတ်ယူနိုင်သည်။

Softness သည်လည်း Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တုတစ်ခုကို ထုရိုက်သောင်ရွက်ချိန်များတွင် ပုံသဏ္ဍာန်တစ်ခုမှ တစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲသွား စေရန်လုပ်ဆောင်ရာ၌ [illegible] ပြောင်းလဲဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သော ဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။ သတ္တု

ဖိအားအနည်းငယ်ဖြင့် အလွယ်တကူ ပုံပြောင်းလဲစေနိုင်သည့် ပျော့ပြောင်းမှုဂုဏ်သတ္တိ ဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

ဥပမာ- သတ္တုတစ်ခုကိုသံချောင်းနှင့်ရိုက်ရာ၌ ဖိအားအနည်းငယ် သုံးရုံမျှဖြင့် ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာ များစွာ သေးငယ်သွားပြီး၊ အလျားအတိုင်းအတာများစွာ ရှည်ထွက်လာစေပါက ပျော့ပြောင်းသည်ဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

Toughness - သတ္တု၏ Physical Property တစ်ခုဖြစ်သည်။ သတ္တုတစ်ခုကို ထုရိုက်မှုလုပ်ဆောင်ချက်များအရ၊ ပုံသဏ္ဌာန်တစ်ခုမှတစ်ခုသို့ ပြောင်းလဲစေရာ၌ ကျိုးပြတ်ပျက်စီးခြင်းမဖြစ်စေဘဲလည်း အလွယ်တကူပုံပြောင်းလဲမသွားခြင်း၊ ပုံပြောင်းလဲမှုဖြစ်စေရန် မလွယ်ကူခြင်း၊ ဖိအားမြင့်မားစွာအသုံးပြုမှသာ ပုံပြောင်းလဲဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သည့် တင်းခံရုန်းကန်မှုဂုဏ်သတ္တိကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တု၏အလွယ်တကူပုံပြောင်းလဲမှုမဖြစ်ပေါ်စေနိုင်သော တောင့်တင်းခိုင်မာသည့် ဂုဏ်သတ္တိဟုမှတ်ယူနိုင်၏။

ဥပမာ- သတ္တုတစ်ခုကိုသံချောင်းနှင့်ရိုက်ရာ၌ ဖိအားများစွာအသုံးပြုသော်လည်း ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာ သေးငယ်သွားခြင်း၊ အလျားအတိုင်းအတာ ရှည်ထွက်လာခြင်းများမဖြစ်ပေါ်ဘဲ၊ ပုံမပျက် မြင့်မားသည့်ခံအားကို ခံနိုင်သည့်ဂုဏ်သတ္တိဖြစ်၏။ ယင်းမှာ Brittleness နှင့် Softness ဟူသည့်ဂုဏ်သတ္တိတို့၏ ကြားဂုဏ်သတ္တိဖြစ်သည်။

Dressing - မြေတွင်းမှ တူးဖော်ရရှိသည့်သတ္တုရိုင်းများကို မလိုအပ်သော အညစ်အကြေးမှ သန့်စင်သွားစေရန် ဆောင်ရွက်ခြင်းကို ခေါ်ဆို၏။ သတ္တုရိုင်းများမြေတွင်းမှ တူးဖော်ရရှိရာ၌ သတ္တုရိုင်းများအပြင် ၎င်းမြေစေးသဲကျောက်စသည်ဖြင့်မလိုအပ်သည့် အရာများ ပါရှိနေရာ ယင်းတို့ကိုသတ္တုရိုင်းမှ ဖယ်ရှားသွားစေရန်သန့်စင်ပေးခြင်း ဖြစ်၏။ ဖုတ်ချခြင်း၊ ကြိတ်ချေခြင်း၊ ရေဆေးခြင်း၊ သံလိုက်ဖြင့်ဆွဲထုတ်ခြင်း စသည့်သန့်ရှင်းဆေးကြောခြင်းနည်းများကိုခေါ်သည်။

Smelting မြေတွင်းမှရရှိပြီး သန့်ရှင်းဆေးကြောပြီးဖြစ်သည့်သတ္တုရိုင်း များတွင် ဓာတုဗေဒနည်းအရ ရောစပ်ပါဝင်လျက်ရှိသည့် မလိုအပ်သောအရာများ၊ သ[illegible] များအား ဖယ်ရှားပစ်ရန်အတွက် တနည်းအားဖြင့်ရယူလိုသောသတ္တုသားနှင့်မလိုသော အရာများ ကွာခြားသွားစေရန်အတွက် မီးဖြင်းဖိုအတွင်းထည့်ပြီး၊ သတ္တုရိုင်းတုံးများ ထည့်သွင်းပြီး အပူချိန်များစွာပေးလျက် အရည်ကျို၍ ခွဲခြားထုတ်လုပ်ခြင်းကို ခေါ်ဆို၏။

Gangue သတ္တုရိုင်းတုံးများတွင် ကပ်ညှိရောပြွန်းနေပြီး၊ အသုံးဝင်ခြင်း မရှိသော သတ္တုမဟုတ်သည့်အရာအားလုံးကို ခေါ်ဆို၏။

Flux မီးဖြင်းဖိုအတွင်း သတ္တုရိုင်းတုံးများထည့်၍ Smelting ပြုလုပ်ရာ၌ Gangue များအရည်ပျော်စေရန် အထောက်အကူပြုအဖြစ် အသုံးပြုသည့်အရာများ ကို ခေါ်ဆိုသည်။ သတ္တုသန့်ထုတ်ယူရန် အသုံးပြုသည့်အထောက်အကူပစ္စည်းဖြစ်သည်။ ယင်းမှာ Furnace အတွင်း Gangue နှင့်ရော၍အရည်ပျော်သော slag ဖြစ်လာ၏။

Slag သတ္တုရိုင်းတုံးများအရည်ပျော်ပြီးနောက် အထက်အောက် (၂) ပိုင်းကွဲ ပြားသွားရာ အထက်ပိုင်းတွင်အရည်ပျော်လျက်ရှိသည့်အရာများဖြစ်၏။ ယင်းတို့မှာ Gangue နှင့် Flux တို့ရော၍ အရည်ပျော်နေခြင်းဖြစ်သည်။ သတ္တုသားထက်ပေါ့သောကြောင့် အထက်ပိုင်းအလွှာတွင်ရှိနေပြီး၊ ချော်ရည် ချော်သားဟု မှတ်ယူနိုင်၏။

Ore ကမ္ဘာမြေမှ တူးဖော်ရရှိသည့်သတ္တုရိုင်းတုံးများကို ခေါ်ဆိုခြင်း ဖြစ်သည်။ Iron Ore, Copper Ore, Aluminium Ore စသည်ဖြင့်ခေါ်၏။ ယင်း အခြေအနေမှာ ကမ္ဘာမြေထဲတွင်ရှိနေချိန် (သို့မဟုတ်) မြေထဲမှတူးဖော်ရရှိပြီးချိန်ထိ သတ်မှတ်ခြင်းဖြစ်၏။ Ore များမှ အဓိကအားဖြင့် Metals များရရှိသည့်ပြင် Non-metals များ Minerals များလည်းထုတ်ယူရရှိနိုင်၏။

Ingot ပုံသွန်းထားသော သတ္တုတုံးကို ခေါ်ဆိုလျက် ဆက်လက်၍ ဆောင်ရွက်ရမည့် Forging Rolling စသည့်လုပ်ဆောင်မှုများအတွက် သင့်လျော်သော ပုံစံ အနေအထားဖြင့် သွန်းထားခြင်းဖြစ်သည်။ Forging, Rolling တို့အတွက်ကုန်ကြမ်း ပစ္စည်းဖြစ်၏။

Casting

(၁) သတ္တုပျော်ရည်ကို သံပုံစံခွက် (သို့မဟုတ်) သဲပုံစံခွက် ထဲသို့ လောင်းထည့်ပြီး အေးခဲစေသော လုပ်ဆောင် နည်းကို ခေါ်ဆို၏။

(၂) သတ္တုပျော်ရည်ကို လိုအပ်သည့်ပုံစံကျပြုလုပ်ထားသော သံပုံစံခွက် (သို့မဟုတ်) သဲပုံစံခွက်ထဲသို့ လောင်းထည့်ပြီး အေးခဲစေခြင်းဖြင့် ရရှိလာသည့်ပုံစံခေါ်သွန်း ထုတ်ထားသည့် သတ္တုတုံးကို ခေါ်ဆို၏။ ယင်းမှာ

ပုံစံတူရရှိပြီးသည့်
ဖြစ်လျက် စက်ခုတ်စားမှုများ လုပ်ဆောင်ပြီးပါက၊
တန်ရှေ့အဆင့်သို့ ရောက်ရှိ၏။

Alloy and Alloying

Alloy အခြေခံသတ္တုတစ်ခုကိုလိုအပ်သောဂုဏ်သတ္တိများရရှိလာစေရန် ၊ အခြားသတ္တုတစ်ခုခု (သို့မဟုတ်) သတ္တုမဟုတ်သည့်အရာများ Non- metals များအချိုးကျ ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် ဖြစ်ပေါ်ပြောင်းလဲလာသည့် သတ္တုရောကို ခေါ်ဆို၏။

Alloying အခြေခံသတ္တုတစ်ခုကိုသတ္တု (သို့မဟုတ်) အခြားသောအရာများ တစ်ခု (သို့မဟုတ်) တစ်ခုမှအထက် Alloy ဖြစ်လာစေရန် ရောစပ်ပေးခြင်းလုပ်ငန်းကို ခေါ်ဆိုသည်။

FERROUS METALS

Pig Iron မြေကြီးမှ ရှာဖွေရရှိသည့် သံရိုင်းမှ သံ၊ သံကွက်နှင့် သံမဏိ အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ရာရန် ပထမအဆင့်အဖြစ် ပြုပြင်ပြောင်းလဲရရှိသည့် သံမဏိအမျိုးအစား ဖြစ်သည်။ [illegible] ဟုခေါ်ဆို၏။ သံ၊ သံကွက်နှင့်သံမဏိတို့ကို Pig Iron မှတစ်ဆင့်ဆက်လက်၍ ပြုပြင်ပြောင်းလဲ၍ ထုတ်လုပ်ယူရ၏။ သံကြိုဖိုဖြစ်သည့် Blast Furnace ဖြင့် ထုတ်လုပ်[illegible] ကုန်ကြမ်းဖြစ်သည့် Iron Ore ၏ အမျိုးအစားအခြေအနေအရ [illegible] မပါရှိသင့်သည့် Sulphur Phosphorus တို့အပြင် Carbon Silicon နှင့် Manganese တို့ ရာနှုန်းအမျိုးအမျိုးမျိုးဖြင့်ပါဝင်လျက် ရှိ၏။

1987/4 Extraction of Pig Iron - Pig Iron ကို လေမှုတ်သံကြိုဖို Blast Furnace ဖြင့်ထုတ်လုပ်ရရှိ၏။ Blast Furnace အတွင်းကုန်ကြမ်းပစ္စည်းများ ဖြစ်သည့် Iron Ore Hard Coke နှင့် Lime Stone တို့ကို အချိုးကျ အလွှာလိုက် [illegible] လေပူများကို ဖြင်းရှာမှုတ်သွင်းပြီး၊ သံရိုင်းများအား မီးတိုက်လျက် [illegible] စေရ၏။ [illegible] ဆောင်ခြင်းကို Smelting ပြုလုပ်သည်ဟု ခေါ်ဆို၏။ [illegible] အညစ်အကြေးများလည်း [illegible] အညစ်အကြေးများကို Slag

ဟုခေါ်၏။ Molten slag မှာပေါ့၍ အပေါ်၌ရှိနေလျက် Molten Pig Iron မှာမူ၏ အောက်ဆုံးပိုင်းတွင်ရှိနေ၏။ Molten Pig Iron အတွင်း Slag များ မပါရှိစေရန် ကိုဖိုမှသီးခြားခွဲထုတ်ယူရ၏။

Molten Pig Iron ကိုသဲရေလောင်းသော မြောင်းများအတွင်း လောင်းထည့်လျက် စီးဆင်းသွားစေပြီးနောက် အဖုံးမပါရှိသည့် ပုံစံခွက်များအတွင်းရောက်ရှိ အေးခဲစေရ၏။ Pig Iron ကိုတိုက်ရိုက်အသုံးချခြင်းမပြုဘဲ ကုန်ကြမ်းအဖြစ်နှင့် သာ ဆက်လက်၍အသုံးပြုမည်ဖြစ်ပြီး အရေအတွက်လည်းများစွာထုတ်လုပ်ရမည်ဖြစ်၍ အဖုံးအပိ မပါရှိသည့် သံပုံစံခွက်များဖြင့် သွန်းလောင်းထုတ်ယူရမည်။

ဖို၏ smelting Operation ကို (၂၄) နာရီပတ်လုံးမရပ်မနား ဆက်တိုက်လုပ်ဆောင်ခြင်းဖြင့် အရေအတွက်များစွာ ထုတ်လုပ်ရရှိ၏။ ဖိုကိုပြုပြင်ရန် တို အပ်မှသာ Smelting Operation ကိုရပ်နားရ၏။ ဖိုမှထွက်ရှိသည့်သံစိမ်း၏ ပမာဏမှာ တစ်နေ့လျှင် တန်ချိန် ၁၀၀ မှ ၁၂၀၀ ထိ၊ ထုတ်လုပ်လေ့ရှိပြီး ၊ Blast Furnace ၏အရွယ်အစား Smelting Process ၏ဆောင်ရွက်မှု အခြေအနေနှင့် Iron Ore ၏အမျိုးအစား အခြေအနေပေါ်တွင်မူတည်လျက် ထုတ်လုပ်နိုင်မှု ပမာဏ ကွဲပြား၏။

Properties and Uses of Pig Iron.

Pig Iron ကို စက်မှုထုတ်ကုန်ပစ္စည်းများအတွက် တိုက်ရိုက်အသုံးပြုခြင်းလုံးဝ မရှိ သံ၊ သံကွက်၊ သံမန် အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးတို့ကို ထပ်ဆင့်ထုတ်လုပ်ရန်အတွက် ကုန်ကြမ်း အဖြစ်သာသုံး၍၏။

Blast Furnace မှရရှိသော Molten Pig Iron ကိုအေး ခဲ ခြင်းမဖြစ်စေရန် ထိန်းထားလျက် Bessemer Convertor ခေါ် သံမဏိ ထုတ်လုပ် သော ဖိုသို့ပို့ဆောင်ပေးသွင်းပြီး အရည်အသွေးညံ့သော Low grade steel များ ထုတ်လုပ်ရန်အတွက်လည်းကောင်း၊ Open-Hearth Furnace ခေါ်သံမဏိထုတ် လုပ် သောဖိုသို့ ပို့ဆောင်ပေးသွင်းပြီး အလတ်စားနှင့်အကောင်းစား Medium and Higher grade Quality Steel များထုတ်လုပ်ရန်အတွက်လည်းကောင်း ၊

Steel Making Furnace များအတွက် ကုန်ကြမ်းအဖြစ် အများဆုံးအသုံးပြုသည်။ ထို့အတူ Wrought Iron ထုတ်လုပ်ရန် အသုံးပြုသည်။ ထို့ပြင်လည်းကုန်ကြမ်းအဖြစ်ကို သောင်လျက်

ထို့ပြင် Molten Pig Iron ကို Ingot များအဖြစ် အေး ခဲစေပြီး၊ Cupola Furnace သို့ ပို့ဆောင်ပေးသွင်း၍ နောက် Cast Iron ထုတ်လုပ်သော လျက် Cast Iron ထုတ်လုပ်ရန် ကုန်ကြမ်းအဖြစ်လည်း အသုံးပြုသည်။

Pig Iron တွင် Iron သည် 90% ခန့်ပါဝင်လျက်ကျန် 10% မှာ Carbon, Silicon, Manganese, Sulphur and Phosphorus တို့ဖြစ်သည်။ ထို အရာများတွင် Carbon မှာအများဆုံးဖြစ်ပြီး 2.5% to 4.5% အထိပါဝင်သည်။ ထို့ ကြောင့် Pig Iron မှာ Ductility နှင့် Toughness အတော်အသင့်ကောင်း သောသတ္တုဖြစ်သည်။

Cast Iron.

Cast Iron သတ္တုမှာ Copula Furnace မှထုတ်လုပ်ရရှိသော Iron အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ Sand Casting Process, Centrifugal Casting Process များအဖြစ် ထုတ်လုပ်သုံးစွဲခြင်းဖြစ်သည် Cast Iron တွင် Iron မှ ပြီးလျှင် အများဆုံးပါဝင်သောအရာမှာ Carbon ဖြစ်လျက် 4.5% အထိပါဝင်သည် Cast Iron ကို Grey Cast Iron, White Cast Iron, Chilled Cast Iron, Alloy Cast Iron & Malleable Cast Iron တို့ ၅ အတန်း အစား အမျိုးမျိုးခွဲခြားနိုင်သည်။

Extraction of Cast Iron - 1986

Cast Iron ကိုထုတ်လုပ်ရန် အရွယ်အစားအမျိုးမျိုးဖြင့် တည်ဆောက်ထားသော Cupola Furnace များကို အသုံးပြုရသည်။ အဓိကကုန်ကြမ်းအဖြစ် Pig Iron Ingots များကို အသုံးပြုလျက် လောင်စာအဖြစ် Hard Coke ကိုသုံးသည်။ မီးပြင်း ရစေရန် လေမှုတ်အားကို အသုံးပြုရပြီး Cast Iron အရည်အသွေးကောင်းစေရန် နှင့် Melting Operation ချောမွေ့အဆင်ပြေစေရန် အထောက်အကူ ပစ္စည်း အဖြစ်

Lime stone နှင့် Cast Iron Scrap တို့ကိုထည့်ပေးရသည်။ ဖိုကိုကြိုတင်အပူပေး ထားပြီး ဖိုအောက်ခြေပိုင်းတွင် မီးညှိ တောက်လောင်နေစေရသည်။ ထို့နောက် ဖို အဝင်းသို့ကုန်ကြမ်းလောင်စာတို့ကို အထပ်လိုက် အလွှာလိုက် စနစ်တကျ၊ အချိုးကျ ထည့်လျက် လေမှုတ်ပေးပါ Pig Iron, Scrap နှင့် Lime stone တို့ အခြေအနေပြောင်း ပြီး အရည်ပျော်စေလျက် ဖိုအောက်ခြေသို့ကျဆင်းစေရသည်။ ဖိုအောက်ပိုင်း သို့ ရောက်ရှိလာသော Molten Slag နှင့် Molten Cast Iron တို့သီးခြားအပေါက် များမှ ထုတ်ယူ၍ Molten Cast Iron ကိုပုံစံခွက်များအတွင်းသို့ သွန်းလောင်းပြီး အအေးခံခြင်းဖြင့် Cast Iron Casting များအဖြစ် ထုတ်လုပ်သုံးစွဲသည်။ ထုတ်လုပ် သည့်နည်းစနစ်မှာ Cupola ဖိုတည်ဆောက်ထားပုံ အမျိုးအစားနှင့်အရွယ်ပမာဏအရ ၎င်း၊ ထုတ်လုပ်ရယူလိုသည့် အရေအတွက် အနည်းအများအရ၎င်း၊ ကွာခြားနိုင်သည်။

Properties and Uses of Cast Iron.

Cast Iron မှာ စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် များစွာအသုံးဝင်သော သံ သတ္တုအမျိုးအစားဖြစ်သည်။ ထုထည်ပမာဏကြီးမားသော လုပ်ငန်းထည်ကြီးများမှာ Cast Iron ဖြင့် အများဆုံးသွန်းလောင်းထုတ်လုပ်သုံးစွဲရသည်။ Engine Blocks, Fly Wheels, Machine Bodies, Pump Housings, Turbine and Generator Housings စသည့် ကြီးမားလေးလံသော ပစ္စည်းကြီးများမှ Hand Cranks, Hand wheels, small machine Parts စသည့် သေးငယ်ပေါ့ပါးသော ပစ္စည်း ထည်များအထိ အစားစားသော အမျိုးတွဲပစ္စည်းများပြုလုပ်ရာ၌ Cast Iron ကို ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုသည်။ ထုတ်လုပ်သည့်ပစ္စည်းအရွယ်ပမာဏနှင့်အသုံးပြုမည့်အခြေအနေပေါ် တွင် မူတည်၍ Cast Iron ၏အမျိုးအစားကို ခွဲခြားသွန်းလောင်းရသည်။ အများဆုံး သွန်းလောင်းအသုံးပြုသည့် အမျိုးအစားများမှာ Grey Cast Iron Malleable Cast Iron တို့ဖြစ်သည်။

Cast Iron မှာစက်မှုလောကအတွက် များစွာအသုံးဝင်သောသံ၊ သတ္တု ဖြစ်ပြီး၊ အမျိုးအစားကွဲပြားသည့်အလျောက် အရည်အသွေးလည်းကွဲပြားသည်။ Malleable Cast Iron မှာ Ductility ကောင်းမွန်ပြီး အက်ကွဲခြင်းများစွာနည်းပါးသည်။ ထို့ကြောင့် မိလ္လာသုံးပိုက်များ နှင့် လယ်ယာသုံးစက်မှုပစ္စည်းများတွင် များစွာ သုံးသည်။ သေးငယ်သော စက်အစိတ်အပိုင်းများမှာ ဤအမျိုးအစားများသာများ၏ Alloy

Cast Iron မှာ High Strength, Wear Resistance & Corrosion Ressistance ကောင်းသောအမျိုးအစားဖြစ်၏။

Grey Cast Iron မှာ Compression Strength ကောင်းခြင်း၊ စက်တုန်ခါခြင်းကို သက်သာစေခြင်း၊ စက်စားရာ၌ လွယ်ကူခြင်း၊ ရည်ပျော်လွယ်နိုင်ခြင်း၊ Self Lubricating ကောင်းခြင်း စသည့်ဂုဏ်သတ္တိများကြောင့် များစွာ အသုံးပြုကြရ၏။ ကျန် Cast Iron များကိုကား တိုက်ရိုက်သုံးစွဲခြင်း မရှိရေ။

Cast Iron တွင်ပါဝင်သောအရာများမှာ ပါဝင်မှုရာခိုင်နှုန်းပြောင်းလဲသည်မှလွဲ၍ Pig Iron တွင်ပါဝင်သောအရာများပင် ပါဝင်၏။

Non Ferrous Metals And Alloys.

Properties and Uses of:

(၁) Aluminium လွန်စွာပေါ့ပါးပြီး၊ ပြင်းတွဲသောသတ္တုဖြစ်သည်။ Ductility, Electrical Conductivity Thermal Conductivity နှင့် Corrosion Resistance ကောင်းသောသတ္တုဖြစ်၏။ ဤအရည်အသွေးများကောင်းမှုကြောင့် Aluminium ကို သတ္တုသန့်များအဖြစ်လည်းကောင်း၊ Alloys များအဖြစ်လည်းကောင်း များစွာအသုံးပြု၏။ အိမ်သုံးပစ္စည်းများပြုလုပ်ရာ၌ Pure Metal အဖြစ် အများဆုံး သုံးစွဲသော်လည်း စက်ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများအဖြစ် အခြားသော Alloying Elements များနှင့်အချိုးကျရောစပ်သုံးပြု၏။ Aluminium ကိုမူလအခြေခံသတ္တုအဖြစ်အများဆုံးပါဝင်စေလျက် ကျန်အခြားသောသတ္တုများကို အချိုးကျရောပေးခြင်းဖြစ်၏။ Aluminium, Copper, Aluminium Copper Zinc Alloying Elements စသည်တို့မှာ Aluminium ကိုအခြေခံသတ္တုအဖြစ်ရောစပ်ထားသော Aluminium Base Alloys များဖြစ်၏။

ယင်းတို့ကိုပေါ့ပါးပြီးခိုင်ခံ့ရန်လိုသောအစိတ်အပိုင်းများ ဥပမာ- Cycle Engine, Aero-Engine Block & Heads, Pistons စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ များစွာ အသုံးပြု၏။

(၂) Brass Copper ကိုပထမဦးစွာ ခြောင်းလိုက်ထုတ်လုပ်ရယူခဲ့သည့်သတ္တု

ဖြစ်သည်။ Copper တွင် Zinc ကိုအချိုးကျရောစပ်ခြင်းဖြင့် Copper Zinc Alloy ဖြစ်သည့် Brass ကိုရရှိ၏။ Copper တွင် Zinc ကိုရောပေးရာ၌ Zinc ၏ရောစပ်ရာခိုင်နှုန်းအချိုးကိုလိုက်၍ အမျိုးကွဲ Brass များကိုရရှိ၏။ ထိုသို့ရောစပ်ရာ၌ အများဆုံး 45% ထိပင်ရောစပ်နိုင်ပြီး အပူချိန်မြင့်တက်လာသည့်အလျောက် Copper နှင့် Zinc ကိုထိန်းသိမ်းထားနိုင်၏။ Gilding Metal, Cartridge Brass, Muntz Metal, High Tensile Brass စသည်တို့မှာအမျိုးကွဲများ(သို့) Copper Zinc Alloys များဖြစ်ကြ၏။ တနည်းအားဖြင့် Brass များမှာ Copper Base Alloys များဖြစ်ကြ၏။

Gilding Metal မှာ စက်မှုဂုဏ်သတ္တိများမကောင်းသော်လည်း နှစ်ကို ကျယ်ရာရွှေဝါရောင်အဆင်းရှိ၍ လက်ဝတ်ရတနာအတုများပြုလုပ်ရာ၌သုံး၏။ Cartridge Brass မှာ Tensile Strength များစွာကောင်းပြီး Elongation 70% ရှိသောကြောင့် Drawing နည်းအရ ကားမီးစလောင်း၊ မီးခေါင်း၊ မီးအိမ်၊ မီးသတ်ပိုက်များ ပြုလုပ်သုံးစွဲလျက်ရှိ၏။ Muntz Metal မှာ Tensile strength 25 ton/sqr ရှိ၍ လွန်စွာကောင်းသောကြောင့် Bars or Rods များအဖြစ်ထုတ်လုပ်ပြီး စက်တွင်တင်၍ ခုတ်ထုတ်သုံးစွဲ၏။ ခဲကို 2% ထည့်ပေးခြင်းဖြင့် စက်ခုတ်စားမှုပိုမိုကောင်းစေ၏။ High Tensile Brass မှာကား Tensile Strength အထူးကောင်းမွန်လာသည့်အပြင် Ductility လည်းဆက်လက်ကောင်းနေစေရန်အတွက် Zinc အပြင် Aluminium Tin Manganese နှင့် Iron တို့ကိုပါ ရောစပ်ပေးထားသော Alloy ဖြစ်၏။ ဤအမျိုးကွဲ Brass ကိုစက်မှုလောကတွင်ကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုလျက် Marine Propellors, water-turbine runners, Gun Mountings ar Sights Locomotive Axle Boxes, Pump Rods, Automobile Fittings & Switch Gears စသည်တို့မှာ ဤအမျိုးအစား Brass ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသည့်ပစ္စည်းများဖြစ်၏။

(၃) Bronze - Bronze မှာမူလက Copper တွင် Tin ကို 10% အချိုးကျရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် ရရှိလာသော Copper Tin Alloy ဖြစ်၏၊ သို့ရာတွင် နောင်အခါ Tin ကို 18% ရောစပ်အသုံးပြု၏။ ထို့ပြင် Bronze အတွင်း Aluminium, Phosphorus, Lead, Zinc တို့ကိုအချိုးကျရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် အမျိုးကွဲ Bronze များရရှိလာ၏။ ဤအမျိုးအစား Bronze များတွင် အကယ်၍ Tin ကိုနှုန်းလျော့၍

အဓိက Alloying Element အဖြစ်ထည့်သွင်းသတ္တုကို ရောစပ်ထားပါက ထိုသတ္တုကိုပါ ညွှန်းသည့်အနေနှင့် Aluminium Bronze, Phosphorus Bronze စသည်ဖြင့် သတ်မှတ်ခေါ်ဝေါ်၏။ ၎င်းတို့မှာ အမျိုးမျိုးရှိများဖြစ်ကြသည့်အလျောက် ရှိသည်များမှာ များ အသုံးပြုနိုင်သည့်အကြောင်းအရာ များကို ဖော်ပြထားသည်။ ရှိကြသည်။

<Plain Tin Bronze ကို Wear Resistance, Shock Resistance ကောင်းမွန်မှု ကြောင့် Bearings နှင့် Gear Wheels များ ပြုလုပ်ရာတွင် အသုံးပြု၏။>

Aluminium Bronze ကို Corrosion Resistance အပြင် Mechanical Properties များ ကောင်းခြင်း၊ ရွှေရောင်တူခြင်း၊ အပူဒဏ်ခံနိုင်ခြင်း၊ Oxidation Resistance ကောင်းခြင်း စသည်တို့ကြောင့် အလှဆင်ပစ္စည်းများ၊ အခန်းအဆောင် ပစ္စည်းများ ပြုလုပ်ရာတွင် သုံး၏။ Coinage Bronze မှာ သတ္တုဒင်္ဂါးပြားများ ပြုလုပ်ရာတွင် သုံး၏။ Tin အပြင် Zinc ကို 2.5% ထည့်ပေါင်းထားသည့်အတွက် Corrosion Resistance ကောင်းမွန်သည့်အတွက် ဒင်္ဂါးပြားများ ပြုလုပ်ရာတွင် သုံး၏။

<Phosphor Bronze မှာ Tin အပြင် Phosphorus ကို 0.1% မှ 1.0% ထိ ရောစပ်ထားခြင်းဖြင့် Tensile Strength ကောင်း၍ Rods, Wires, Turbine Blades များအပြင် Toughness ကောင်းမွန်မှုကြောင့် Bearings များ ပြုလုပ်ရာတွင် သုံးနိုင်၏။

Bronze အမျိုးအစားဝင် Gun Metal မှာ Tin 10% နှင့် Zinc 2% ထည့်ပေါင်းထား၍ Tensile Strength, Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှု ကြောင့် ရေနွေးငွေ့ အိုးများ၊ ဘွိုင်လာ ပိုက်များ ပြုလုပ်ရာတွင် အသုံးပြု၏။ ပင်လယ်ရေ ဒဏ်ခံနိုင်သော Corrosion-Resistant Castings များပြုလုပ်ရာတွင် သုံး၏။ Pumps, Valves, Marine Purpose parts နှင့် သင်္ဘောများမှ Alloy ပြင်ဆင်များ ဆိုး အကောင်းပြုလုပ်၏။

Bearing Bronze မှာမူ Tin နှင့် Zinc အပြင် Lead ကို 5% မှ 24% ထိ ထည့်ပေါင်းထား၏။ ၎င်း Alloy မှာ Wear Resistance ကောင်းမွန်မှု ကြောင့် Aero and Automotive Crankshaft Bearings များ ပြုလုပ်ရာတွင် သုံး၏။

များ အသုံးပြုသည့်အပြင် Pressure-tight Casting များ၏ လောင်းများလည်း အသုံးပြု၏။ ၎င်း Alloy ကို Red Brass နှင့် Leaded Bearing Alloy ဟုလည်း ခေါ်၏။

★ Copper Copper ဟောင်းကြိုးများမှာ ယခုအခါ ထိုအလွန် ရှားပါး၍ အသုံးပြုမှု များလှသော သတ္တုဖြစ်သည်။ Copper မှာ Ductility, Electrical Conductivity, Heat Conductivity, Corrosion Resistance တို့မှာ ကောင်းမွန်သော သတ္တုဖြစ်၏။ ၎င်းဂုဏ်သတ္တိများကြောင့် ရေသတ္တုမှုန့် အပူ အဖြစ်ပြောင်းလဲ ကောင်းမွန်သော သတ္တုဖြစ်၏။ ၎င်းတို့ကြောင့် သတ္တုနန်း ကြိုးများ ပြုလုပ်ရာတွင် အသုံးပြုပြီး အပူ အဖြစ်ကူးစက် နှင့် ဓာတ်အား ပို့လွှတ်ရေး ပစ္စည်းများ ဖြစ်သည်။ Electrical Conductors များ Electrical Industries များအတွက် ၎င်းသတ္တုမှာ ပထမ ဖြစ်သည့်အပြင် များ အသုံးပြုရေး ကြီးသုံးဝင်သော သတ္တုဖြစ်၏။

Copper ကိုသတ္တုနန်း နေရာအား အဖြစ် အခြား သောသတ္တုများ နှင့် ရောစပ် Alloys များ အဖြစ်လည်း စက်မှုလုပ်ငန်းများတွင် အသုံးဝင်၏။ Copper ကို အခြေခံရောစပ်ထားသည့်အဖြစ် အသုံးပြုပြီး အခြား Alloying Metals များ နှင့်ရောစပ် Copper Base Alloys များ အဖြစ်ပြုလုပ် ကြောင်း ထိုကြောင့် စက်မှုလုပ်ငန်းများ မှာ သုံး၏။ ၎င်းတို့ရောစပ်ပေါင်းခြင်းဖြင့်သည်း ဂုဏ်သတ္တိများ မှာ အမျိုးမျိုး ကွဲပြားလာ၏။ အထက်ဖော်ပြပါ Brass အမျိုးမျိုး Bronze အမျိုးမျိုး Bronze အမျိုးမျိုး တို့မှာ Copper Base Alloys များ ဖြစ်ပြီး ဖော်ပြ ပြီး ဖြစ်၏။

Gun metal Copper Base Alloy တစ်ခုဖြစ်သည့် Bronze အမျိုးအစားဝင် Alloy ဖြစ်သည်။ အထက်တွင် ဖော်ပြပြီး ဖြစ်၏။

<Lead ထည့်ပြီး ရောသော သတ္တုများတွင် အပြာရောင်သန်း သည့် ဦး ရောင်ရှိ Lead မှာ ပျော့ပြောင်းနိုင်ပြီး ဆွဲဆန့်နိုင်သော်လည်း အလေးချိန်သတ္တုဖြစ်ပြီး အရည်ပျော်မှတ်မှာ 327.50 ဒီဂရီ၏။ Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှု ကြောင့် Roofing, Electric Cables, Chemical Industry နှင့် Storage Batteries များအတွက် ပိုင်းများ ပြုလုပ်ရာတွင် အသုံးဝင်၏။

ခဲယမ်း ကျည်

Ammunition နှင့် Foil ပြုလုပ်ရာတွင်လည်းကောင်း များစွာအသုံးပြု၏။ Bearing Metals များနှင့် Solder များ Type-metals များတွင်ကား Lead ကို Alloy များအဖြစ်အသုံးပြု၏။ Lead Base အခြားသော ရောခံသတ္တုများနှင့် ရော၍ Alloy များအဖြစ်အသုံးပြု၏။ Bearing Alloys များတွင် Lead ကိုအဓိက ရောခံသတ္တုတို့အတူ White Lead, Red Lead, Orange Lead အဖြစ်သုံးနိုင်၏။

Lead Chrome အဖြစ်လည်းဆေးသုတ်ဆေးလုပ်သုံးနိုင်၏။ Lead ၏ ပျော့ပြောင်းမှုကို လျှော့ချပြီး၊ မာကျောလာစေရန် Autimony or Arsenic နှင့် ရောစပ်ပေးရ၏။

Tin - Tin မှာအဖြူရောင်အနည်းငယ်သန်းသည့်အဖြူရောင်ရှိသတ္တု တစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်းသတ္တုမှာ 232 C တွင်အရည်ပျော်၏။ ရှားပါးသောသတ္တုတစ်ခုဖြစ်သည်။ Tin ကိုသတ္တုသန့်အခြေအနေတွင်လည်းကောင်း၊ သတ္တုရောများတွင်လည်းကောင်း၊ များစွာအသုံးပြု၏။ Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှုကြောင့် သတ္တုသန့်အခြေအနေတွင်အခြားသောသတ္တု ဥပမာ- Tin ans, Tin Plates Tin Sheets များ အလွှာ ၎င်း ပါးလွှာစွာဖြင့်ကိုလိမ်းခုန်းရှုတ်ထားရာ၌အသုံးပြု၏။ ဥပမာ- Copper, Irom, Mild Sheets စသည်တို့မှာ Tin ဖြင့် ပန်းညီးတစ်ခုလုံးပြုလုပ်ထားခြင်းမဟုတ်ချေ၊ Mild Steel (သို့မဟုတ်) Low Carbon Steel Sheet များဖြင့် ပြုလုပ်ထားသော Can or Plate များပေါ်တွင် Tin ကိုလွန်စွာပါးလွှာစွာသော အထားဖြင့် လိမ်းခုန်းရှုတ်ထားခြင်းသာဖြစ်၏။ အစားအသောက်ဗူးများမှာ ၎င်းသို့ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။ ထို့ပြင် အထက်တွင်ဖော်ပြခဲ့သကဲ့သို့ Bronze Metals များတွင် Alloying Elements အဖြစ်လည်းကျယ်ပြန့်စွာအသုံးပြုသည့်အပြင် Tin Lead Solders များတွင်လည်းကောင်း၊ Tin Lead Solders များ Tinman's Solders ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း၊ မူလအခြေခံသတ္တုများအဖြစ် အသုံးပြု၏။ Tin ၏ထူးခြားသော ဂုဏ်သတ္တိများမှာ Oxidation Resistance နှင့် Organic Acids Resistance ပင်ဖြစ်၏။

White metal - White Bearing Metal ကိုဖော်ပြခြင်းဖြစ်သည်၊ အဓိကသတ္တုမှာ Tin ဖြစ်ရုံ 50% မှအထက်ရှိပြီး၊ ကျန် Alloying Elements တို့မှာ Antimony, Copper နှင့် Lead တို့ဖြစ်၏။ (ထို့ကြောင့် White Metal မှာ

Tin Base Alloy တစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်း Alloy မှာ Anti-Friction Metal ဖြစ်သောကြောင့် Bearing Metal အဖြစ် အဓိကအသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။) White metal တွင်ပါဝင်သော သတ္တုလေးမျိုးကို အချိုးအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် အခြေအနေအမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုနိုင်မည့် Bearing အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးကိုရရှိနိုင်၏။ Automobile & Aero-engine main bearings, Big-end bearings, Locomot, steam engine, Generators and Dynamos bearings; Railway Rolling stock bearings စသည်ဖြင့်အခြေအနေအမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုနိုင်မည့် Bearing အမျိုးခွဲများစွာကိုရရှိ၏။ ထို့ပြင် အိမ်သုံးစက်ငယ်များတွင် အသုံးပြုသည့် bearings များအတွက်လည်း အသုံးပြုသေး၏။

Zinc အပြာရောင်သန်းသည့်အဖြူရောင်ရှိ သတ္တုဖြစ်သည်။ ပုံသွန်းလောင်းထားချိန်တွင် ကြွတ်ဆတ်သော ဂုဏ်သတ္တိရှိသော်လည်း အပူချိန် 100-150 C ထိပေးထားပါက sheets များ Tubes များအဖြစ် Rolling - Drawing နည်းများအရပြောင်းလဲထုတ်လုပ်နိုင်၏။ Zinc မှာ အပူချိန် 419.4 C တွင်အရည်ပျော်၏။ Zinc သည် Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှုကြောင့် Steels များ၏ မြင်ပမျက်နှာပြင်များကို ကာကွယ်သည့်အနေဖြင့် ပါးလွှာစွာအနေအထားဖြင့် Coating or Galvanizing ပြုလုပ်ပေးထားရာတွင် များစွာအသုံးပြု၏။ အိမ်မိုးသွပ်ပြားများကို ၎င်းနည်းဖြင့်ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

Zinc ကိုအခြားအသုံးပြုပုံမှာ Alloys များတွင် Base Metal အဖြစ်လည်းကောင်း၊ Alloying Elements အဖြစ်လည်းကောင်း၊ အသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။ Di Casting Alloy အမျိုးမျိုးအတွက် Zinc Base Alloy တွင် Aluminum, Copper နှင့် Magnesium တို့ကို အဓိကရော၍အသုံးပြု၏။ Zinc ကိုထင်ရှားစွာအသုံးပြုခြင်း တစ်ရပ်မှာ Brass အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ရာ၌ဖြစ်၏။ Alloying Elements အဖြစ် Zinc ကို ရာခိုင်နှုန်းအမျိုးမျိုးအရ Copper တွင်ရောပေးခြင်းဖြင့် အမျိုးတွဲ Brass များရရှိကြောင်း အထက်တွင်ဖော်ပြပြီးဖြစ်၏။ ထို့ပြင် Brass များ အထူးသဖြင့် Gun metal နှင့် Bearing Bronze များတွင်လည်း Tin နှင့်အတူ Zinc ကိုလည်း အနိုးကျရောရကြောင်း ဖော်ပြပြီးဖြစ်သည်။ ထို့ပြင် အိမ်သုတ်ဆေး (Enamel Paints) များပေါ် စိမ်ရာ၌လည်း Zinc Oxide အဖြစ်နှင့် ထည့်သွင်းအသုံးပြုရ၏။

Steels and Alloy Steels

Steels မှာ အမျိုးမျိုးရှိ၏။ Steels များကို (၂) မျိုးခွဲနိုင်ရာ (၁) Plain Carbon steel နှင့် (၂) Alloy steel ဖြစ်သည်။ Plain Carbon Steel ဆိုသည်မှာ အဓိကအားဖြင့် Iron နှင့် Carbon တို့ပါဝင်လျက် Iron မှာ Mother Metal ဖြစ်သည်။ Iron တွင် Carbon ကို ရောစပ်ခြင်းဖြင့် Plain Carbon Steel ဖြစ်လာ၏။ Plain Carbon Steel တွင်ပါဝင်သော တခြားအရာများမှာ Manganese, Phosphorus, Sulphur နှင့် Silicon တို့ဖြစ်သည်။ ယင်းအရာများမှာ ရာနှုန်းအနည်းငယ်မျှသာ ပါဝင်ကြ၏။

Plain Carbon Steel ကို Carbon ပါဝင်မှုရာနှုန်းအနည်းအများကို လိုက်၍ (၁) Low Carbon Steel (၂) Medium Carbon Steel (၃) High Carbon Steel ဟူ၍ ခွဲခြားနိုင်၏။ ထိုသုံးမျိုးသော Steel (၃) မျိုးတို့မှာ အသုံးပြုမည့် အခြေအနေပေါ်မူတည်၍ လုပ်ငန်းနှင့် ကိုက်ညီ သင့်လျော်ရာ အသုံးပြုနိုင်ရန် အမျိုးအစားများ ရွေးချယ်ခြင်းပြုလုပ်ပေးရမည်။ ထို့ကြောင့် Plain Carbon steel အဓိကအသုံးဝင်သော အမျိုးအစား Steels များ ပါဝင်လေသည်။

Alloy Steel မှာ Carbon Steels များတွင် ရရှိနိုင်သည့် အရည်အသွေး ဂုဏ်သတ္တိများထက် ပိုမိုကောင်းမွန်သော ဂုဏ်သတ္တိများ ရရှိစေရန် Alloyint Elements များကို အချိုးအစား ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် ရရှိလာသည့် အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ Alloying Elements များမှာ များပြားသည့်အလျောက် ရောစပ်နှုန်းအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ပေးခြင်းကြောင့် Ally Steel မှာ အမျိုးပေါင်းများစွာ ရှိလာသည်။ အသုံးအားဖြင့် လုပ်ငန်းအခြေအနေ ကိုက်ညီမှု ရှိစေရန် Alloying Elements များကို ရွေးချယ်ကာ ရာနှုန်းအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ထုတ်လုပ်လေ့ရှိကြသည်။ ထို့ကြောင့် Alloy Steels အမျိုးတို့များမှာ ဂုဏ်သတ္တိများ အမျိုးမျိုးရှိနိုင်၏။

Alloy Steels များတွင် ရောစပ်ပေးရသည့် Alloying Elements များမှာ Aluminium, Chromium, Manganese, Molybdeny, Nickel, Phosphorus, Silicon, Sulphur, Tungsten, Vanadium စသည်တို့ဖြစ်သည်။

Properties and Uses of Various Types of Steels

(၁) Mild Steel - Plain Carbon Steel အမျိုးအစားဝင် Low Carbon Steel ဖြစ်သည်။ (Carbon .03% to 0.3% ထိပါဝင်ရာ) Carbon ပါဝင်ရာနှုန်း အရ ထိပ်ဆုံးရှိခြင်းနိုင်၏။ Properties များအနေဖြင့် အသုံးအများဆုံး ဖြစ်၏။ အသုံးပြုရာ၌လည်း ရှိခြင်းခံအသုံးပြုရ၏။ Strength နှင့် Hardness များ နိမ့်ကျနည်းပါး၏။ Ductility ကောင်း၏။ Welding ကောင်းစွာလုပ်ဆောင်နိုင်သော်လည်း Hardening ပြုလုပ်၍ မရချေ။ Case Hardening သာလုပ်ဆောင်နိုင်၏။ Cold Working ကောင်းစွာလုပ်ဆောင်နိုင်၏။

Carbon အနည်းဆုံးပါဝင်သော အမျိုးအစားကို Car Bodies, Pipes and Hollow tubes, chains, stampings, Rivets, Wires, Nails, Hot and Cold-rolled strips, Sheets စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ အသုံးပြု၏။

Carbon ရာနှုန်းများပါက Structural Steels, Plates, Rods, Bars Screws Machine Parts, Mach and Structural Works, Gears, Shaftinge, Levers Bolts and Nuts စသည်တို့ ပြုလုပ်ရာတွင်အသုံးပြု၏။

(၃) <Tool Steel - High Carbon steel> အမျိုးအစားတွင်ပါဝင်လျက် Carbon ရာနှုန်း 0.90% to 1.40% ထိပါဝင်၏။ Carbon ပါဝင်ရာနှုန်း အနည်းအများအရ အရည်အသွေးများ ကွာခြား၍ အသုံးပြုရာ၌လည်း ခွဲခြားခံအသုံးပြုရ၏။ ယေဘုယျအားဖြင့် Strength, Hardness နှင့် Machinabiltly တို့ကောင်းမွန်၏။ Ductility, Weldability နှင့် Machinabiltly ထိုနည်း၏။ Hardening ကောင်းစွာလုပ်ဆောင်နိုင်၏။

ပထမတန်းစား Tool Steel ကို Saws, Rajors, Boring and Finishing Tools, Wear Resistance အဓိကလိုအပ်သော Machine Parts များပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း။

ဒုတိယတန်းစားကို Files, Reamers, Knives, Broaches, Lathe and Wood Working Tools စသည်တို့ ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း။

တတိယတန်းစားကို Ball Bearings, Dies, Drills, Lathe Tools, Wood Working Tools, Taps, Milling Cutters, Knives, Screwing Dies. စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း။

စတုတ္ထတန်းစားကို Springs. High-tensile wires, axes, knives, Dies စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း အသုံးပြုသည်။

(၅) Cast steel. High-grade Steel ဖြစ်လျက် Crucible Furnace (or) Open hearth (or) Electric A.C. Furnace ဖြင့်အရည်ကျိုပြီး၊ ပုံစံခွက် အတွင်း ပုံသွန်းလောင်းထုတ်လုပ်ရရှိ Cast Steel ဟုခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။ Crucible Stee ဟုလည်းခေါ်၏။ အချို့ Steel ထုတ်လုပ်ရာ၌ Mechanical Working နည်း အရ ထုတ်ရာ၌ Cast Steel မှာ Casting နည်းအရထုတ်လုပ်ရယူထားသောအရည်အ ကောင်းသည့် Steel အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ တနည်းအားဖြင့် လိုအပ်သောပုံစံ အ အသားရရှိစေရန် ပုံစံခွက်အတွင်းသွန်းလောင်းပုံထုတ်ပြုလုပ်ထားသော Steel ဖြစ် Carbon မှာ 0.25% to 0.65% ပါဝင်လျက် Tensile Strength မှာ High Carbon Steel ဝင် Tools steel ထက်ပင်ပို၍ ကောင်း၏။ Toughness Hardness & Wear Resistance လည်းအတော်အသင့်ကောင်းမွန်ပြီး၊ Machinability နှင့် Weldability လည်းကောင်း၏။

အသုံးပြုပုံမှာ Strength လိုအပ်သော Machine Castings, Forging Dies, Hand and sledge Hammers, Stamping Dies, high duty punch and Dies စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ အသုံးပြုသည်။

(၆) High Speed Steel သတ္တုများကိုလည်ပတ်ရွေ့လျားနှုန်းများစွာ ဖြင့် ... များတွင် ခုတ်ဖြတ်နိုင်ရန်အတွက် လိုအပ်သော အရေအသွေး များရှိသည့် Metal Cutting Tools အမျိုးမျိုးတို့ပြုလုပ်ရန်ထည့်သွင်းထုတ်လုပ်ထားသည့် Alloy Steel ဖြစ်၏ ... Tungsten ကို Carbon Steel အတွင်းထည့်သွင်းရသော်လည်း လိုအပ်သော

Tin Base Alloy တစ်ခုဖြစ်သည်။ ၎င်း Alloy မှာ Anti-Friction Metal ဖြစ်သောကြောင့် Bearing Metal အဖြစ် အဓိကအသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။ White metal တွင်ပါဝင်သော သတ္တုလေးမျိုးကို အမျိုးအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် အခြေအနေ အမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုနိုင်မည့် Bearing အမျိုးအစားအမျိုးမျိုးကိုရရှိနိုင်၏။ Automobile & Aero-engine main bearings, Big-end bearings, Locomot, steam engine Generators and Dynamos bearings; Railway Rolling stock bearings စသည်ဖြင့်အခြေအနေအမျိုးမျိုးဖြင့် အသုံးပြုနိုင်မည့် Bearing အမျိုးရှိများစွာကိုရရှိ၏။ ထို့ပြင် အိမ်သုံးစက်ငယ်များတွင် အသုံးပြုသည့် bearings များအတွက်လည်း အသုံးပြုသေး၏။

Zinc အပြာရောင်သန်းသည့်အဖြူရောင်ရှိ သတ္တုဖြစ်သည်။ ပုံသွန်းလောင်းထားချိန်တွင် ကြွတ်ဆတ်သော ဂုဏ်သတ္တိရှိသော်လည်း အပူချိန် 100-150°C ထိပေးထား၍ Sheets များ Tubes များအဖြစ် Rolling, Drawing နည်းများအရပြောင်းလဲထုတ်လုပ်နိုင်၏။ Zinc မှာ အပူချိန် 419.4°C တွင်အရည်ပျော်၏။ Zinc သည် Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှုကြောင့် Steels များ၏မြင်ပမျက်နှာပြင်များကို တာကွယ်သည့်အနေဖြင့် ပါးလွှာစွာအနေအထားဖြင့် Coating or Galvanizing ပြုလုပ်ပေးထားရာတွင် များစွာအသုံးပြု၏။ အိမ်မိုးသံပြားများကို ၎င်းနည်းဖြင့်ပြုလုပ်ထားခြင်းဖြစ်သည်။

Zinc ကိုအခြားအသုံးပြုပုံမှာ Alloys များတွင် Base Metal အဖြစ်လည်းကောင်း၊ Alloying Elements အဖြစ်လည်းကောင်း၊ အသုံးပြုခြင်းဖြစ်သည်။ Die Casting Alloy အမျိုးမျိုးအတွက် Zinc Base Alloy တွင် Aluminum, Copper နှင့် Magnesium တို့ကို အဓိကရောစပ်အသုံးပြု၏။ Zinc ကိုထင်ရှားစွာအသုံးပြုခြင်း တစ်ရပ်မှာ Brass အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ရာ၌ဖြစ်၏။ Alloying Elements အဖြစ် Zinc ကို ရာနှုန်းအမျိုးမျိုးအရ Copper တွင်ရောပေးခြင်းဖြင့် အမျိုးမျိုး Brass များရရှိကြောင်း အထက်တွင်ဖော်ပြပြီးဖြစ်၏။ ထို့ပြင် Brass များ အပြင် Gun metal နှင့် Bearing Bronze များတွင်လည်း Tin နှင့်အတူ Zinc ကိုလည်း အနည်းငယ်ရောရကြောင်း ဖော်ပြပြီးဖြစ်သည်။ ထို့ပြင် အိမ်သုတ်ဆေး (Enamel Paints) များဖော်စပ်ရာ၌လည်း Zinc Oxide အဖြစ်နှင့် ထည့်သွင်းအသုံးပြုရ၏။

Steels and Alloy Steels

Steels မှာ အမျိုးကွဲများရှိသည်။ Steels များကို (၂) မျိုးခွဲနိုင်ရာ (၁) Plain Carbon steel နှင့် (၂) Alloy steel ဖြစ်သည်။ Plain Carbon Steel တွင် အဓိကအားဖြင့် Iron နှင့် Carbon တို့ပါဝင်လျက် Iron မှာ Mother Metal ဖြစ်သည်။ Iron တွင် Carbon တို့ ရောပေါင်းခြင်းဖြင့် Plain Carbon Steel ဖြစ်လာ၏။ Plain Carbon Steel တွင်ပါဝင်သော တခြားအရာများမှာ Manganese, Phosphorus, Sulphur နှင့် Silicon တို့ဖြစ်သည်။ ထိုအရာများမှာ ရာခိုင်နှုန်းအနည်းငယ်သာ ပါရှိနေကြ၏။

Plain Carbon Steel ကို Carbon ပါဝင်မှုရာခိုင်နှုန်းအနည်းအများကို လိုက်၍ (၁) Low Carbon Steel (၂) Medium Carbon Steel (၃) High Carbon Steel ဟူ၍ ခွဲခြားနိုင်၏။ တစ်ခု အထက်ပါ Steel (၃) မျိုးတို့မှာ အသုံးပြုမည့်အလုပ်အပေါ်မူတည်၍ လုပ်ငန်းနှင့် ကိုက်ညီ သင့်လျော်စွာ အသုံးပြုနိုင်ရန် တစ်ခုချင်း အမျိုးကွဲများ၏ ဂုဏ်သတ္တိကို သိထားရမည်။ ထို့ကြောင့် Plain Carbon steel တစ်ခုတည်းတွင်ပင် အမျိုးကွဲ Steels များစွာ ပါဝင်လေသည်။

Alloy Steel မှာ Carbon Steels များတွင် ရရှိနိုင်သည်ထက် ပိုမိုကောင်းမွန်သော ဂုဏ်သတ္တိများ ရရှိစေရန် Alloyint Elements များကို ထပ်မံရောစပ်ပေးခြင်းဖြင့် ရရှိလာသည့် အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ Alloying Elements များမှာ များစွာပါရှိသည့်အလျောက် ရောစပ်ရာခိုင်နှုန်း အမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ပေးခြင်းကြောင့် Alloy Steel မှာ အမျိုးပေါင်းများစွာ ရှိလာတော့သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် လုပ်ငန်းအမျိုးအစား လိုအပ်ချက်ကို ကိုက်ညီစွာ အသုံးပြုနိုင်ရန် Alloying Elements များကို ရွေးချယ်လျက် ရာခိုင်နှုန်းအမျိုးမျိုးဖြင့် ရောစပ်ထုတ်လုပ်ပေးထားရခြင်းဖြစ်၏။ ထို့ကြောင့် Alloy Steels အမျိုးကွဲများ နှုန်းကိုက် ဂုဏ်သတ္တိများလည်း အမျိုးမျိုးရှိနိုင်၏။

Alloy Steels များတွင် ရောစပ်ပေးရသည့် Alloying Elements များမှာ Aluminium, Chromium, Manganese, Molybdy, Nickel, Phosphorus, Silicon, Sulphur, Tungsten, Vanadium စသည်တို့ဖြစ်သည်။

Properties and Uses of various Types of Steels

Mild Steel-Plain Carbon Steel အမျိုးအစားဝင် Low Carbon Steel ဖြစ်သည်။ Carbon .03% to 0.3% ထိပါဝင်ရာ ၎င်း Carbon ပါဝင်ရာနှုန်းအရ တစ်မျိုးခွဲခြားနိုင်၏။ Properties များ အနည်းအများ အတိုးအလျော့ ရှိခြား၏။ အသုံးပြုရာ၌လည်း ခွဲခြားအသုံးပြုရ၏။ Strength နှင့် Hardness များ နိမ့်ကျနည်းပါး၏။ Ductility ကောင်း၏။ Welding ကောင်းစွာလုပ်ဆောင်နိုင်သော်လည်း Hardening ပြုလုပ်၍မရနိုင်။ Case Hardening သာလုပ်ဆောင်နိုင်၏။ Cold Working ကောင်းစွာလုပ်ဆောင်နိုင်၏။

Carbon အနည်းဆုံးပါဝင်သော အမျိုးအစားကို Car Bodies, Pipes and Hollow tubes, chains, stampings, Rivets, Wires, Nails, Hot and Cold-rolled strips, Sheets စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ အသုံးပြု၏။

Carbon ရာခိုင်နှုန်းများပါက Structural Steels, Plates, Rods, Bars Screws Machine Parts, Mach and Structural Works, Gears, Shaftings, Levers Bolts and Nuts စသည်တို့ ပြုလုပ်ရာတွင်အသုံးပြု၏။

Tool Steel-High Carbon steel အမျိုးအစားတွင်ပါဝင်လျက် Carbon ရာခိုင်နှုန်း 0.50% to 1.40% ထိပါဝင်၏။ ၎င်း Carbon ထိပါဝင်ရာနှုန်း အနည်းအများအရ အရည်အသွေးများ ကွာခြား၍ အသုံးပြုရာ၌လည်း ခွဲခြားအသုံးပြုရ၏။ ယေဘုယျအားဖြင့် Strength, Hardness နှင့် Machinability တို့ ကောင်းမွန်ပြီး Ductility, Weldability နှင့် Machinability တို့နည်း၏။ Hardening ကောင်းစွာလုပ်ဆောင်နိုင်၏။

ပထမတန်းစား Tool Steel ကို Saws, Rajors, Boring and Finishing Tools, Wear Resistance အဓိကလိုအပ်သော Machine Parts များပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း။

Files, Reamers, Knives, Broaches, Lathe and Woodworking Tools စသည်တို့ ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း၊
ကာဗွန်တန်းဝင်စတီး Ball Bearings, Dies, Drills, Lathe Tools, Wood Workings Tools, Taps, Milling Cutters, Knives, Screwing Dies.
စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း၊
ဝက်ဝန်တန်းဝင်စတီး Springs. High-tensile wires, axes, knives,
Dies စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌လည်းကောင်း အသုံးပြုသည်။

Cast steel. High-grade Steel ဖြစ်လျှင် Crucible Furnace (or) Open hearth (or) Electric A.C. Furnace ဖြင့်အရည်ကျိုပြီး၊ ပုံစံခွက် အတွင်း ပုံသွင်းလောင်းထုတ်လုပ်ရမှ Cast Steel ဟုခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။ Crucible St... ထုတ်လည်းခေါ်သည်။ အချို့ Steel ထုတ်လုပ်ရာ၌ Mechanical Working နည်းအ... ထက်ထုတ်မှု၌ Cast Steel မှာ Casting နည်းအရထုတ်လုပ်ရယူထားသောအရည်အ... ကောင်းသည့် Steel အမျိုးအစားဖြစ်သည်။ တနည်းအားဖြင့် လိုအပ်သောပုံစံ ... အသားရရှိစေရန် ပုံစံခွက်အတွင်းသွန်းလောင်းပုံထုတ်ပြုလုပ်ထားသော Steel ဖြစ်... Carbon မှာ 0.25% to 0.65% ပါဝင်လျှင် Tenside Strength ... မှာ High Carbon Steel ဝင် Tools steel ထက်ဝင်ပိုမို ကောင်းသည်။ Toughness Hardness & Wear Resistance လည်းအတော်အသင့်ကောင်းမွန်ပြီး၊ Machinability နှင့် Weldability လည်းကောင်းသည်။

အသုံးပြုပုံမှာ Strength လိုအပ်သော Machine Castings, Forging Dies, Hand and sledge Hammers, Stamping Dies, high ... စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ အသုံးပြုသည်။

High Speed Steel အမည်များကိုလည်းပတ်ရွေ့လျားနှုန်းများမှာ ... ဝင်များတွင် ခုတ်စေ့ႏိုင်ရန်အတွက် လိုအပ်သော အရေအသွေး များရှိသည့် Metal Cutting Tools အမျိုးမျိုးတို့ပြုလုပ်ရန်တည်ရှိုင်ထုတ်လုပ်ထားသည့် Alloy Steel ဖြစ်... မှာ Tungsten ကို Carbon Steel ... အတွင်းထည့်သွင်း၍ သော်လည်း လိုအပ်သော ...

WORKSHOP TECHNOLOGY

အသွေးများရရှိရန် Chromium, Cobalt, Molybdenum, Vanadium တို့ရောစပ်ပေး ခြင်းဖြင့် အမျိုးတို့ High speed Steel များရရှိလာသည်။ ထိုရောစပ်ထား သော Alloying Elements ကိုခေါ်ဝေါ်၍ Cobalt H.S.S, Molybdenum H.S.S, Tungsten H.S.S. တို့ခေါ်ဝေါ်မှတ်သားသည်။ Tungsten H.S.S မှာအသုံးအများဆုံး ဖြစ်သည်။ Tungsten ကို 18% ထိရောစပ်ထားလျှင် Carbon ကို .6% to 8% ထိ လျော့ချပေးထားပြီး Chromium နှင့် Vanadium တို့လည်းပါဝင်သည်။

၂ Alloystelel ၏အရည်အသွေးမှာ Hardness, Toughness shock Resistance, Wear Resistance, Heat Resistance တို့ကောင်းမွန်ခြင်းဖြစ်သည်။ Tool Steel နှင့် ရှင်းယှဉ်ပါက အထက်ပါတို့အပြင် Hardness, Wear Resistance, Heat Resistance တို့သာလွန်ကောင်းမွန်သောကြောင့် High Speed steel များမှာ သတ္တုအမျိုးအစားများစွာကို ကောင်းစွာခုတ်စေ့နိုင်သည်။

* High speed steels များကိုအဓိကအားဖြင့် Metel Cutting tools များပြုလုပ်ရာ၌ သုံးနိုင်ရာ Milling Cutters, Lathe Tools, Twist Drills, Tape Drills, Reamers, Slotting Tools, Broaches, Shaper & Planer Tools စသည် တို့ဖြစ်သည်။

Stainless Steel .Corrosion Resistance အထူးကောင်းမွန် သော Alloysteel တစ်မျိုးဖြစ်သည်။ မူလက Iron နှင့် Chromium ကိုရောပေးထားလျှင် Corrosion Resistance ကောင်းမွန်သော Chromium.Iron Alloy ကိုထုတ်လုပ်ခဲ့ပြီး ၎င်းအရည်အသွေးကိုပို၍ကောင်းမွန်စေရန် Nickel ကိုထပ်မံရောစပ်ပေးခြင်း ဖြင့်၊ Stainless steel ဖြစ်လာရသည်။ ထို့ကြောင့် Iron တွင် အဓိကအားဖြင့် Chromium နှင့် Nickel တို့၏ ရောစပ်ပါဝင်မှုနှုန်း အနည်းအများပေါ်တွင်မူတည်၍ Stainless Steel အမျိုးတို့များစွာရရှိလာသည်။ ထိုသည့်တို့အနည်းအများကိုလိုက်၍လည်း Corrosion Resistance ကောင်းမွန်မှုအရည်အသွေးမှာလည်း ကွာခြားလာရသည်။ Chromium မှာ 8% to 21% ထိလည်းကောင်း၊ Nickel မှာ 8% - 18% ထိလည်းကောင်း ပါဝင်ပြီး၊ Carbon နှင့် Manganese တို့မှာ ရာနှုန်းအနည်းငယ်စီပါဝင်သည်။

Stainless Steel မှာ Corrosion Resistance Alloy ဖြစ် သည်

၁။ Steel များ
သည် အချေးတက် ဆန့်ကျင်ဂုဏ်သတ္တိမှာ Corrosion resistance ပင်ဖြစ်၏။ ၎ ကောင်းစွာခံနိုင်ရည်ရှိပြီး Organic Acids, Weak mineral Acids တို့၏ဒဏ်မှ ကောင်းစွာမှန်၏။ ထို့ကြောင့် Atmospheric Oxidation Resistance လည်းများစွာ ကောင်းမွန်၏။ Stainless Steels များကို Watch Bodies, Cutlery, Domestic Articles, Forks, Spoons, knives, Kitchen Equipments, Chemical Plant Equipments, စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌ များစွာအသုံးပြု၏။

* Tungsten Steel Tungsten ကို Carbon steel အတွင်းရောစပ်ပေး၍ Tungsten steel ဖြစ်လာရာ၏။ Carbon steel အတွင်းပါဝင်သော Carbon နှင့် Tungsten ပေါင်းစပ်လျက် Tungsten Carbide ဖြစ်လာလျက် အလွန်မာကြောသော ဂုဏ်သတ္တိပါ Steel တွင်ရှိလာ၏။ Tungsten ၏မြင့်မားသော အရည်ပျော်မှတ် အပူချိန်ကြောင့်လည်း Steel မှာမြင့်မားသော Heat Resistance သတ္တိရှိလာ၏။ ထို့ကြောင့် Tungsten Steel မှာ Heat-Resistant Steel ဖြစ်၏။

Tungsten Steel အတွင်းရောပေးသော Tungsten ပါဝင်ရာနှုန်းမှာ နည်းအမျိုးမျိုးဖြစ်လာပြီး 0.5% to 10.0% ထိပါဝင်၏။ Hot Working Die Steel, Shock-resisting Hot and Cold Working Tool steel များ ၎င်းအမျိုးအစားဝင် Alloy Steels များဖြစ်၏။ ၎ Alloy Steels များ၏ အင်္ကျင့်မြင့်မားသော ပင်မအရည်အသွေးများမှာ Extreme Hardness, Heat Resistance, Red Hardness, Brittleness တို့ဖြစ်၏။ Strength နှင့် Toughness တို့မှာ လည်းကောင်းမွန်၏။ Tungsten Steels များကို Extrusion Dies, Hot Forming, piercing, gripping and heading tools, Brass-forging and hot-pressing dies, Hand and Pneumatic chisels, Punch & Dies, Blanking tools and shear Blades, Cold-heading and Nail making Dies, Hot-Forging Dies and punches for making bolts, Nuts and Rivets, Die-Casting Dies for Copper Base Alloys စသည်တို့ပြုလုပ်ရာ၌အသုံးပြု၏။

Manganese Steel Manganese မှာ Carbon Steels, Alloy Steels များတွင် ယေဘုယျအားဖြင့် 0.3 to 0.8% ထိသာ ပါဝင်၏။ ၎ အခြေအနေတွင် Manganese Steel ဟု မယူဆနိုင်ပေ။ Manganese Steel ဟုမှတ်ယူရန်မှာ Manganese ကို 11% - 14% ထိ ရောစပ်ပါဝင်စေရ၏။ Hadfield's Manganese Steel တွင် ရောစပ်ပေးထားလျက် Carbon မှာ 1% to 1.4% ထိပါဝင်၏။

၎ Alloy steel ၏ထူးခြားစွာ ကောင်းမွန်သော အရည်အသွေးများမှာ Shock Resistance, Wear Resistance နှင့် Tough ဖြစ်၏။ သို့ရာတွင် Machinability မှာညံ့သဖြင့် Casting & Forging နည်းဖြင့်ထုတ်လုပ်ပြီး Grinding နှင့်ပြေပြစ်စေရ၏။

Manganese Steel ကို Railway and Train Way Points and Crossings, Rock Crusher parts, Dredger Buckets, Tractor Shoes, Crane track wheels, Elevator chains, Automobile and General Engineering Works များတွင် Carbon Steel ၏နေရာတွင် အစားထိုးခြင်း နေရာများ၌များစွာ အသုံးပြု၏။

Definition and Application of Heat Treatments and Other Terms * *

Annealing - Annealing မှာ Heat Treatment ခေါ်သည့်များကို အပူပေးပြီးအေးခံလျက် သတ္တုအတွင်းသားတည်ဆောက်ပုံအခြေအနေကို ပြုပြင်ပြောင်းလဲပေးသော နည်းစနစ်များတွင် ပါဝင်သည့်လုပ်ဆောင်နည်းတစ်ခုဖြစ်လျက် သတ္တု (သို့မဟုတ်) သံမဏိအမျိုးအစားနှင့်အခြေအနေကိုလိုက်၍သတ်မှတ်ထားသည့် တစ်ခုသောအပူချိန်အထိ အပူပေးပြီးလျှင် သတ်မှတ်ထားသည့် [အချိန်ကြာမြင့်ပြီးပါက ဖြည်းလေးနှေးကွေးစွာ အေးခံပေးရသော လုပ်ဆောင်နည်းကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။] ၎သို့ဆောင်ရွက်ခြင်းမှာ သတ္တု (သို့မဟုတ်) Steel အတွင်း Cold Working ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်နေသည့် အကျိုးသက်ရောက်မှုများနှင့် Internal Stress (or) Residual Stresses များလျော့နည်းပျောက်သွားစေပြီး၊ အလုပ်ဝန်ကိုအဝ်သော Internal Structure နှင့် Mechanical Properties များကိုအပ်သက်သို့ တိုးတက်ကောင်းမွန်လာစေရန်ဖြစ်၏။

* **Hardening** - Heat Treatment လုပ်ဆောင်နည်းများအနက် တစ်ခုအပါအဝင်ဖြစ်လျက် Steel ကို Upper Critical Temperature ထက် ကျော်လွန်၍ အပူပေးပြီး ရေ(သို့မဟုတ်) အခြားသင့်လျော်သော အရည်(သို့မဟုတ်) လေအားဖြင့် [အလျင်အမြန် အေးစေ နှုန်းအရ အအေးခံပေးရသည့် လုပ်ဆောင်နည်းကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။] ဤ Hardening လုပ်ဆောင်ရခြင်းမှာ Steel ၏အပူမပေးမီတည်ရှိသော Internal Structure ကိုအလွန်မာကြောသည့် Martensite ခေါ် Structure အသစ်တစ်ခု ပြောင်းလဲသွားစေခြင်းဖြင့် Steel တစ်ခုလုံးအား Extreme Hardness လွန်စွာ မာကြောမှုရှိသွားစေရန်ဖြစ်၏။

* **Tempering** - Hardened ပြုလုပ်ထားသော Steel ကို Lower Critical Temperature ၏အောက်ဘက်သင့်လျော်သည့် အပူချိန်ထိအပူပေးပြီး [လေတွင်အအေးခံပေးသော ဆောင်ရွက်နည်းကို ခေါ်ဆိုခြင်းဖြစ်သည်။] Hardened ပြုလုပ်ထားသော Steel မှာ Internal Structure ပြောင်းလဲမှုကြောင့် လွန်စွာမာကြောသည့် အပြင် လျှင်မြန်သော နှုန်းအရ အအေးခံထားခြင်းဖြင့် Internal Stress များဖြစ်ပေါ်လာပြီး မလိုအပ်သည့် ကွက်ဆက်မှုဖြစ်လာ၏။ ထို့အတူ Toughness နှင့် Shock Resistance ဂုဏ်သတ္တိကျဆင်း၏။ ထို့ကြောင့် Tempering လုပ်ဆောင်ပေးရခြင်းမှာ steel ၏ Internal Structure ကိုထပ်မံပြုပြင် ပြောင်းလဲစေပြီး [Hardness ကိုသိသာစွာ လျော့ဆင်းခြင်းမရှိ၊ ထိန်းထားလျက် Toughness နှင့် Shock Resistance ဂုဏ်သတ္တိများကို ပြန်လည်ကောင်းမွန်လာစေရန်ဖြစ်သည်။]

Case Hardening - Steel ၏ Case ခေါ်ပြင်ပအပေါ်ယံအလွှာသားသာ မာကြောစေရန်အခါ၊ အရေ၊ အငွေ၊ အပူ ဖွဲ့စပ်နှင့် သံလိုက်ဓါတ်တို့အသုံးဖြင့် ဆောင်ရွက်ခြင်းကို ခေါ်၏။ ဤသို့လုပ်ဆောင်ရခြင်းမှာ လုပ်ငန်းအခြေအနေအရ [ဖိနှိပ်သော ပွတ်တိုက်ခြင်းများသည့် Core ခေါ် အတွင်းသားကို မာကြောကျတ်ခြင်းမရှိစေဘဲ Toughness နှင့် Shock Resistance ဂုဏ်သတ္တိကောင်းမွန်စေလျက် Case ခေါ်အပေါ်ယံရှိ ပြင်ပအလွှာကိုသာ လိုအပ်သည့် Hardness ကိုရရှိစေရန်ဖြစ်သည်။] ထိုနည်းအားဖြင့် Tough Core နှင့် Hard Case ရရှိစေရန် Toughness နှင့် Hardness ပူးသောအနေဖြင့် ဂုဏ်သတ္တိကို ပူးတွဲရရှိစေရန် ပြုလုပ်ရခြင်းဖြစ်၏

[ယေဘုယျအားဖြင့် Low Carbon steels များကို လုပ်ဆောင်လေ့ရှိပြီး၊ လိုအပ်ပါက Medium Carbon Steels များကိုလည်း နည်းများအားဖြင့် ဆောင်ရွက်နိုင်၏။ တနည်း Hardening မပြုနိုင်သည့် Low Carbon Steels များကိုပြင်ပအလွှာမာကြော အရှိလာစေရန်၊ နည်းဖြင့်လုပ်ဆောင်ပေးရခြင်းဖြစ်သည်။ Surface harding ဟုလည်းခေါ်ဆို၏။

Quenching - Heat Treatment လုပ်ဆောင်ရာ၌လည်းကောင်း၊ Surface Hardening လုပ်ဆောင်ရာ၌လည်းကောင်း၊ Steels များကိုအပူပေးပြီးနောက် Steels များကိုအေးသွားစေရန် ရေ(သို့မဟုတ်) ဆီ (သို့မဟုတ်) အခြားသင့်လျော်သည့်အရေတစ်ခုခုအတွင်း နှစ်လျက်ထားရှိပေးခြင်းကိုခေါ်၏။ ထိုသို့ဆောင်ရွက်ရခြင်းမှာ Steels များ၏လိုအပ်သော ဂုဏ်သတ္တိများရရှိစေရန် ဖြစ်သည်။ ထိုသို့ဆောင်ရွက်ရခြင်းမှာ Steels များ၏လိုအပ်သော ဂုဏ်သတ္တိများ ဖြစ်ပေါ်ပေးစွမ်းနိုင်သည့် Internal Structure ကိုပြုပြင်ပြောင်းလဲထိန်းသိမ်း ရယူရန်အတွက်ဖြစ်၏။

Galvanising - Iron (or) Steel များ၏မျက်နှာပြင်များကို Molten Zinc သွပ်ရည်သုတ်လိမ်းပေးထားခြင်းကို ခေါ်ဆို၏။ လုပ်ငန်း၏ယေဘုယျလုပ်ဆောင်နည်းမှာ အရာဝတ္ထုကို သွပ်ရည်ကန်(သို့မဟုတ်) ခွက်အတွင်းနှစ်ပေးခြင်းဖြင့် မျက်နှာပြင်အားလုံး သွပ်ရည်ဖုံးအုပ်သွားစေခြင်းဖြစ်၏။ ထိုသို့လုပ်ဆောင်ရခြင်းမှာ Zine သည် Corrosion Resistance ကောင်းမွန်သောကြောင့် သံနှင့်သံမဏိများကို သုတ်လိမ်းဖုံးအုပ်ထားစေခြင်းဖြင့် ထိုသံနှင့်သံမဏိများ Corrosion ဖြစ်ခြင်းမှ လျော့နည်းသက်သာကင်းလွတ်စေရန်အတွက် ကြောင့်ဖြစ်၏။

Description and Uses of Various Forms of Mild Steels and Structurel Forms.

Varins forms of Mild steels.

Mild Steel မှာ အထက်တွင် ဖော်ပြခဲ့သည့်အတိုင်း Plain Carbon Steel အမျိုးအစားတွင်ပါဝင်သော low Carbon Steel ဖြစ်လျက် Carbon မှာ 0.3% ခန့်ထိသာပါဝင်၏။ ၎င်းအမျိုးအစား သံမဏိဂုဏ်သတ္တိများကို အထက်အခန်းတွင် ဖော်ပြခဲ့ပြီးဖြစ်သည်။ ပါဝင်သော Carbon ၏ ရာခိုင်နှုန်းပါဝင်မှု အနည်းအများကိုလိုက်၍အရည် အသွေးနည်းပေါ်မှုကို ကွဲပြားကွာခြားနိုင်၏။ လိုအပ်သောလုပ်ငန်းအမျိုးမျိုးတို့အတွက်

[illegible]

[illegible]

Various Forms of Structural Steel

Structural Steel [illegible] Mild Steels [illegible] Structural Steels [illegible]

Structural Steels [illegible]

1. Angle – [illegible] Equal Angle [illegible] Unequal Angle [illegible]

[illegible]

Channel [illegible]

Measuring Tools

Measurements.

စက်မှုပန္နည်းတရိယာလုပ်ငန်းများထုတ်လုပ်သည့် အလုပ်ရုံများတွင် အရွယ်ပမာဏအမျိုးမျိုးရှိ စက်ပန္နည်းတရိယာအစိတ်အပိုင်းများ လုပ်ဆောင်ရာ၌ ထိုအရာဝတ္ထု လုပ်ငန်းများကို အံဝင်ခွင်ကျ တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်ရန်အတွက် အရွယ်အစားအတိုင်းအတာ များမှာ လိုအပ်သကဲ့သို့ တိကျမှန်ကန်မှုရှိရန်လိုသည်။ အချို့သောတရိယာအစိတ်အပိုင်းများ မှာ သာမန်တိကျမှန်ကန်မှုသာလိုမည်ဖြစ်၍ သော်လည်း အချို့မှာတား လုပ်ငန်း အခြေ အနေအရ အလွန်တိကျမှန်ကန်မှုရှိရန်လိုအပ်မည်ဖြစ်၏။ ထုတ်လုပ်ရရှိသောပန္နည်းတရိယာ လုပ်ငန်းများမှာ အရည်အသွေးကောင်းမွန်ရန်အတွက် သေသပ်ချောမွေ့မှုရှိခြင်းသာမက အရွယ်ပမာဏအတိုင်းအတာတိကျမှန်ကန်မှုပါလိုအပ်မည်ဖြစ်သည်။ ထိုလုပ်ငန်းများကိုအသုံး ပြုသည့်အခြေအနေမတူညီသည့်အလျောက် Accuracy ၏ တိကျမှန်ကန်မှုအဆင့်မြင့်မား မှု မှာလည်း ကွာခြားမည်ဖြစ်သည်။ မည်သို့ပင်ဖြစ်စေ လုပ်ငန်း၏လိုအပ်ချက်အခြေအနေ သဘာဝကိုလိုက်၍ တိကျမှုရှိစေရန် တိုင်းတာခြင်း Measurement ကိုမလွဲမသွေပြုလုပ် ရမည်ဖြစ်၏။ ဤသို့ဆောင်ရွက်ပေးမှသာလျှင် ထုတ်လုပ်ရရှိသောပန္နည်းများ၏ အရည်အသွေးအဆင့်အတန်းရှိမှု၊ အသုံးဝင် အကျိုးဖြစ်ထွန်းမှု၊ ကုန်ကျစရိတ်သက်သာမှု စသည် နှင့်ကိုက်ညီမည်ဖြစ်သည်။

တိုင်းတာမှုကိုပြုလုပ်ကြရာ၌ ကောက်ယူပုံ ခွဲခြားနည်းစနစ် (၂) ခုအရ ဆောင် ရွက်ကြရ၏။

1. Linear Measurement

စက်ပန္နည်းတရိယာများ ထုတ်လုပ်ရာတွင် လုပ်ငန်း၏လိုအပ်သောအခြေအနေ အရ တိကျမှုရှိစေရန် တိုင်းတာစစ်ဆေးကြရာ၌ မည်သည့်အလျားအတိုင်းအတာကိုပင် ဖြစ် စေ Linear Measurement ခေါ် ဖြောင့်တန်း နှုန်းဖြတ် သည့်အလျားတိုင်းတာနည်းကိုအသုံး ပြုကြရ၏။ Linear Measurement ဟူသည်မှာ အမှတ်တစ်ခုမှ အခြားအမှတ်တစ်ခု သို့ အကွာအဝေးပမာဏ မည်မျှရှိသည်ကို မျဉ်းဖြောင့်လမ်းကြောင်းအတိုင်း တိုင်းတာခြင်း ဖြစ်၏။ လုပ်ငန်း၏အရွယ်အစား အတိုင်းအတာ မည်မျှမည်မျှရှိစေကာမူ ဤတိုင်း တာမှုနည်းကိုပင် အသုံးပြုရမည်ဖြစ်သည်။

၂ နည်းအရ တိုင်းတာနိုင်ရန်အတွက်လည်း Measuring Instrument ခေါ် တိုင်းတာရေးကရိယာများကို တီထွင်ပြုလုပ်ထားရှိရာ Degree of Accuracy ခေါ် တိကျမှုအဆင့်အမျိုးမျိုးအရ၊ တိုင်းတာနိုင်ရန်ပြုလုပ်ထားရ၏။ Steel Tape, Steel Rule, Trammel မှ Micrometer, Vernier Caliper အထိအစားစား ရှိ၏။ အချို့မှာ တိုက်ရိုက်တိုင်းတာခြင်းပြုနိုင်သော်လည်း အချို့မှာတစ်ဆင့်ချိန်း မှငဲ တိုင်းတာမှုကိုသာ လုပ်ဆောင်နိုင်ကြ လေသည်။ Straight Edge, Square စသည် တို့ မှာ Linear Measurement ၏သဘာဝအတွင်း တိုင်းတာမှုပြုရန် ဖြစ်သော်လည်း၊ Straightness, Flatness တို့ကို တိုင်းတာရန်ဖြစ်၏။

2. Round Work Measurement

Round Work Measurement မှာ Sphere, Ball, Cylinder, Round Stock စသည့် လုံးဝန်းသဏ္ဍာန်ရှိ လုပ်ငန်းများအား တိုင်းတာခြင်း ကို ခေါ်ခြင်းဖြစ်၏။ ထိုလုပ်ငန်းများ ကို တိုင်းတာရာ၌ အပြင်ပိုင်းအရွယ်အစား ကို လည်းကောင်း၊ အတွင်းပိုင်းအရွယ်အစားပမာဏကိုလည်းကောင်း၊ တိုင်းတာမည်ဖြစ် ရာ Surface of Sphere ခေါ် စက်လုံး၏ ပတ်လည်မျက်နှာပြင်နှင့် Circumference ခေါ် စက်ဝန်းကို တိုင်းတာခြင်းတို့မပြုဘဲ၊ အချင်းပမာဏကိုသာ တိုင်းတာခြင်းဖြစ် ၍ အမှတ်တစ်ခုမှ တစ်ခုသို့ မျဉ်းဖြောင့် အတိုင်း၊ တိုင်းတာရမည်ဖြစ်သော ကြောင့် ၊ Linear Measurement ၏အခြေခံနည်းအရ တိုင်းတာခြင်းသာဖြစ် လေသည်။ သို့ ရာတွင်တိုင်းတာကရိယာတို့မှာတား မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း တိုင်းတာရမည်မှန်သော်လည်း Linear Measurement ကဲ့သို့ လွတ်လပ်တင်းရှင်းစွာ တိုင်းတာရခြင်းမဟုတ်ဘဲ ၊ လုံးဝန်းသဏ္ဍာန်အရာဝတ္ထု၏ ပတ်လည်မျက်နှာပြင်ပေါ်ရှိ အမှတ်တစ်ခုမှ မျက်နှာချင်းဆိုင် တည့်တည့်ရှိ အမှတ်သို့ မျဉ်းဖြောင့်အတိုင်း၊ တိုင်းတာရမည်ဖြစ်သော ကြောင့်ထိုကရိယာ တို့ကို စနစ်တကျသီးခြားနည်းဖြင့် တည်ဆောက်ပြုလုပ်ထားရ၏။ Outside & Inside Caliper, Outside & Inside Micrometer, Vernier Caliper စသည် တို့မှာ တိကျမှုအဆင့်အမျိုးမျိုးအရ၊ Round Work Measurement နည်းဖြင့်တိုင်းတာ နိုင် ရန် တည်ဆောက်ထားသော ကရိယာများဖြစ်ပေသည်။

မှတ်ချက် – Linear Measurement အရဖြစ်စေ၊ Round Work Measurement အရဖြစ်စေ၊ တိုင်းတာရာ၌တိုင်းတာကရိယာတို့မှာ တိုင်းတာနည်းစနစ်(၂)မျိုး အနက်တစ်ခုခုကိုအသုံးပြုရ၏။ ၎င်းနည်းစနစ်(၂)မျိုးမှာ (၁) Direct Measurement နှင့် (၂) Comparative Measurement တို့ဖြစ်၏။

Care of Measuring Instruments.

လုပ်ငန်းခွင်တွင် ထိရောက်စွာအသုံးချနိုင်မည့် စက်ပစ္စည်းကရိယာအစိတ်အပိုင်းများ၊ ထုတ်လုပ်ရာ၌ ထိုပစ္စည်းကရိယာတို့၏ အဆင့်အတန်း အရည်အသွေးမြင့်မားစေရန်အတွက် အရွယ်အစားအတိုင်းအတာတိကျမှန်ကန်မှုမှာ အရေးကြီးလိုအပ်ချက်တစ်ရပ်ဖြစ်၏။ စက်ကရိယာအစိတ်အပိုင်းတစ်ခုသည်သတ်မှတ်ထားသည့် အောင်ဘာလွှင်း အရွယ်ပမာဏရှိမှသာလျှင် လုပ်ငန်းခွင်ရှိနေရာ တကျ မှန်ကန်စွာထပ်ဆင်နိုင်မည်ဖြစ်ပြီး၊ ထိရောက်သောအကျိုးပြု အသုံးဝင်မှုကိုရရှိစေမည်ဖြစ်၏။

ထို့ကြောင့် ထုတ်လုပ်သည့်ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများလိုအပ်သကဲ့သို့ တိကျမှန်ကန်မှုရှိ၊ မရှိသိနိုင်ရန် တိုင်းတာခြင်း၊ စစ်ဆေးခြင်းများကို စနစ်တကျပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်ရာ တိုင်းတာကရိယာတို့မှာလည်းစနစ်တကျ မှန်ကန်စွာတိုင်းတာနိုင်ရန်အတွက် သတ်မှတ်ထားသည့်အခြေအနေအတိုင်းရှိကြရမည်ဖြစ်၏။ ထိုတိုင်းတာကရိယာတို့ကို သိပ္ပံနည်းကျစွာ စနစ်တကျပြုလုပ်ထားသကဲ့သို့ အသုံးပြုခြင်း၊ ထိန်းသိမ်းခြင်းတို့ကိုလည်း စနစ်တကျ ဆောင်ရွက်ကြရ၏။

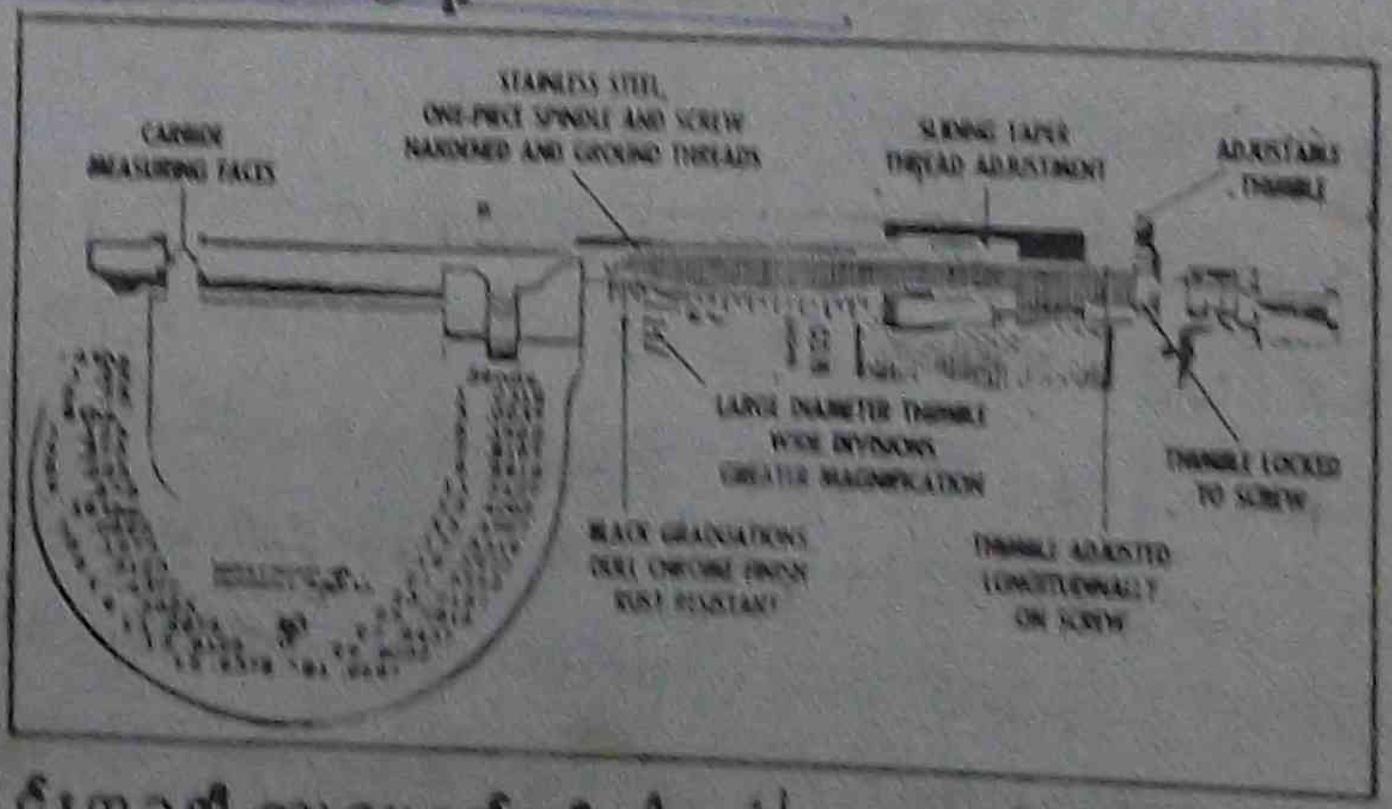
တိုင်းတာကရိယာတစ်ခုသည် တိုင်းတာရာ၌မှန်ကန်မှုမရှိပါက မည်သည့် စက်ကရိယာအစိတ်အပိုင်းကိုပင်ဖြစ်စေ မည်သို့မျှ တိကျမှန်ကန်စွာစစ်ဆေးတိုင်းတာနိုင်ခြင်းရှိမည်မဟုတ်သောကြောင့် မည်သည့်တိုင်းတာကရိယာကိုပင်ဖြစ်စေ (၁) အသုံးပြုရာ၌လည်းကောင်း၊ (၂) သိမ်းဆည်းရာ၌လည်းကောင်း ဂရုစိုက်စွာလုပ်ဆောင်ကြရ၏။ အသုံးပြုရာ၌လည်းကောင်း၊ လိုအပ်သောအခြေအနေအရ စနစ်တကျလိုအပ်သောအခြေအနေနှင့် ထိုက်လျော်သည့်... သိမ်းဆည်းရာ၌လည်းကောင်း ပျက်စီးနိုင်သည်ဖြစ်ရာ တန်ဖိုးနည်းသည်သာမက ထိုက်လျော်သည့်လျော့ရှိပါက လွယ်ကူစွာ ချို့ယွင်း၊ အထူးအရေးကြီးသောကရိယာများအား ထိုင်တာကရိယာတို့မှာတန်ဖိုးကြီး သည် ဆောင်ရွက်ကြရန်အရေးကြီး၊ ထိုကရိယာတို့၏လိုအပ်ချက်နှင့်သည့် ထိန်းသိမ်း ပို့အပ်လေသည်။ မည်မျှပင် [illegible]

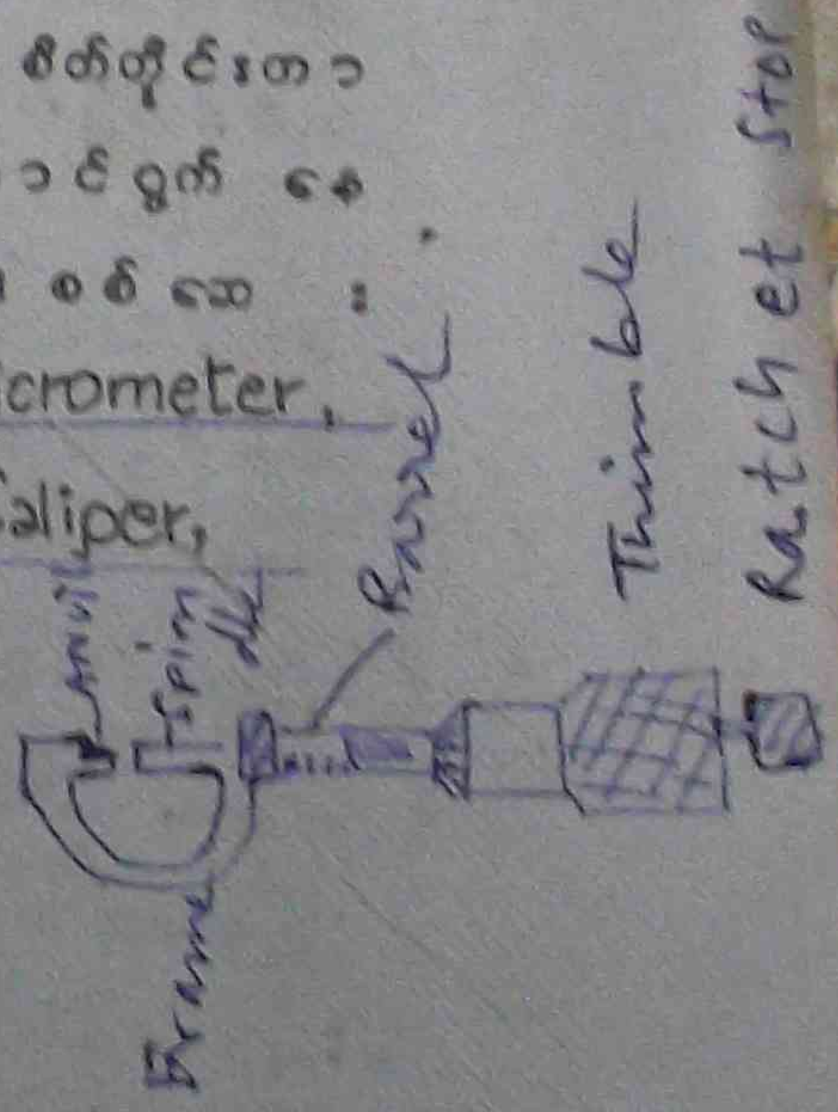
ပစ္စည်းကရိယာများပင်ဖြစ်စေ၊ သတ်မှတ်ဂရုမစိုက် ထိုင်တွယ်ခြင်း၊ မှားယွင်းစွာအသုံးပြုတိုင်းတာခြင်း ကိုလုပ်ဆောင်ပါက တိုင်းတာမှုမှန်ကန်ခြင်းမရှိသကဲ့သို့ ထိုကောင်းသော သက်တမ်းအတွင်း အလွယ်တကူချို့ယွင်းပျက်စီးမည်သာဖြစ်၏။ ထို့အတူ စနစ်တကျထိန်းသိမ်းခြင်း၊ သိမ်းဆည်းခြင်းမပြုပါကလည်း မှားမကြာမီအချိန်အတွင်း ချို့ယွင်းမှုများမှာ မကြာမလွဲဖြစ်ပေါ်လာမည်ဖြစ်ရာ မည်သို့မျှ တိကျမှန်ကန်စွာတိုင်းတာမှုကို ဆောင်ရွက်နိုင်မည်မဟုတ်တော့ပေ။

ထို့ကြောင့်အသုံးပြုရာ၌ဖြစ်စေ၊ သိမ်းဆည်းရာ၌ဖြစ်စေ၊ ထိုကရိယာ တို့၏လိုအပ်သောအခြေအနေနှင့် ထိုက်လျော်သော လျော့ကိုက်ညီမှန်ကန်စွာရှိစေရန် စနစ်တကျ ဆောင်ရွက်ကြရ၏။

Description and Uses of Measuring Instruments and Gauges.

Precision Measuring Tools ၎င်းတိုင်းတာကရိယာတို့မှာ အထူး တိကျမှန်ကန်မှုကို လိုအပ်သော လုပ်ငန်းများအတွက် အထူးတိကျမှန်ကန်စွာအနုစိတ်တိုင်းတာနိုင်ရန် တည်ဆောက်ပြုလုပ်ထားသော ကရိယာများဖြစ်၏။ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေစဉ်၌လည်းကောင်း၊ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးစီးသောအချိန်၌လည်းကောင်း၊ စစ်ဆေးတိုင်းတာရာ၌အသုံးပြု၏။ ၎င်းအမျိုးအစားဝင်ကရိယာတို့မှာ Outside Micrometer, Inside Micrometer, Micrometer Depth Gauge, Vernier Caliper, Vernier Depth Gauge စသည်တို့ပါဝင်၏။





တိုင်းတာသိုလှောသပစ္စည်းကို Anvil နှင့် Spindle (၂) ခုတို့အကြား ထားရှိလျက် Spindle ကို Thimble နှင့် Ratchet Shop တို့အားဖြင့်