

Dieselmemaal De Antagonist

Leidraad kennisborging technische installaties

Deel II

Specifieke technische bepalingen

Versie 11 augustus 2025



13 augustus 2025

Colofon

Uitgave	Nederlandse Gemalenstichting (NGS) www.gemalen.nl
Projectgroep Kennisborging	J.H. Reijnen, bestuurslid NGS J. van Raaij en J.E.F. Landman, adviseurs NGS
Tekst,samenstelling en redactie	J. van Raaij, adviseur NGS E. Jongkind, Tekstbureau Goeie Tekst
Druk	Koninklijke Rijnja B.V.
Aantal pagina's	295
Datum	13 augustus 2025

Deze Leidraad is gemaakt in opdracht en onder auspiciën van de NGS, bij wie de auteursrechten berusten. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt door middel van druk, microfilm, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van de NGS.

De tekst van de Leidraad is zowel in digitale vorm als op hard copy beschikbaar gesteld aan de beheerder en/of eigenaar van het betreffende gemaal. De NGS beheert de digitale bestanden. Eventuele aanvullingen, wijzigingen en/of verbeteringen kunnen alleen door de NGS worden doorgevoerd.

Getracht is rechthebbenden van de gebruikte afbeeldingen te achterhalen. Zij die menen alsnog aanspraak te kunnen maken op zekere rechten, worden verzocht contact op te nemen met de NGS.

Inhoud Deel II

2	Specifieke technische informatie	8
2.1	Gemaalopzet.....	8
2.1.1	Natte pad.....	8
2.1.1.1	Krooshek	9
2.1.1.2	Instroombak.....	9
2.1.1.3	Zuigkelder.....	9
2.1.1.4	Centrifugaalwaaierpomp	10
2.1.1.5	Persleiding.....	10
2.1.1.6	Uitstroombak	11
2.1.1.7	Terugslagklep.....	11
2.1.2	Technische installaties	12
2.2	Pompaandrijving	14
2.2.1	Crossley compressorloze ruwoliemotor	14
2.2.2	Beschrijving van de pompaandrijving	14
2.2.2.1	Kenmerken	15
2.2.3	Samenstelling en constructie	15
2.2.4	Specifieke omschrijving motoronderdelen	17
2.2.4.1	In- en uitlaatkleppen	17
2.2.4.2	Klepbewegingsinrichting.....	18
2.2.4.3	Kleppen stellen.....	19
2.2.4.4	Uitlaatgassenleiding en knaldemper	20
2.2.4.5	Zuiger en cilinder.....	20
2.2.4.6	Demontage zuiger	21
2.2.4.7	Drijfstang	23
2.2.4.8	Drijfstangbouten	24
2.2.4.9	Zijasinrichting en zijasaandrijving.....	26
2.2.4.10	Inrichting brandstofsysteem	30
2.2.4.11	Brandstofpomp-nok.....	32
2.2.4.12	Brandstofpomp.....	33
2.2.4.13	Brandstofregelklep	35
2.2.4.14	Regulateur.....	37
2.2.4.15	Oliedemper	40
2.2.4.16	Brandstofklep of verstuiver.....	40
2.2.4.17	Verstuivertip	43
2.2.4.18	Brandstofwarmtewisselaar	44
2.2.4.19	Overlooptrechter.....	45

2.2.4.20	Brandstofdagtank	46
2.2.4.21	Krukas en hoofdaslagers.....	48
2.2.4.22	Vliegwiel	50
2.2.5	Startluchtsysteem.....	53
2.2.5.1	Compressor aangedreven door verbrandingsmotor.....	54
2.2.5.2	Compressor aangedreven door elektromotor.....	57
2.2.5.3	Startluchtvat en appendages.....	58
2.2.5.4	Startluchtklep.....	61
2.2.6	Koelwatersysteem.....	62
2.2.6.1	Principeschema motorkoelsysteem.....	63
2.2.7	Smeersystemen	66
2.2.7.1	Smering	66
2.2.7.2	Smeeroliën	68
2.3	Bemalingswerktuig	69
2.3.1	Centrifugaalwaaierpomp	69
2.3.1.1	Specificatie	70
2.3.1.2	Constructie	70
2.3.2	Flenskoppeling.....	75
2.4	Hulpwerktuigen	76
2.4.1	Opgestelde hulpwerktuigen	76
2.4.2	Hulpmotor met startluchtcompressor	76
2.4.2.1	Motor en compressorspecificaties.....	77
2.4.2.2	Zuiger	79
2.4.2.3	Drijfstang	79
2.4.2.4	Krukas en krukaslagers.....	80
2.4.2.5	Nokkenas (onderliggende zijas).....	81
2.4.2.6	Regulateuras (bovenliggende zijas).....	83
2.4.2.7	Regulateur.....	83
2.4.2.8	Carburateur	83
2.4.2.9	Vlotter inrichting caburateur	84
2.4.2.10	Ontstekingsinrichting.....	85
2.4.2.11	Bougie en bougiekabel.....	90
2.4.2.12	Smering	90
2.4.3	Vacuümpomp en aandrijving.....	92
2.4.4	Koelwaterpomp en aandrijving.....	93
2.4.5	Automatische vetsmeerpomp.....	95
2.5	Bediening en onderhoud	99
2.5.1	Installatieonderdelen.....	99
2.5.1.1	Machinekamer.....	99

2.5.1.2	Voormalig ketelhuis en buiten het bemalingsgebouw	99
2.5.2	Bediening van de installatie	101
2.5.2.1	Vorbereiding	101
2.5.2.2	Inbedrijfstelling	101
2.5.2.3	In bedrijf stellen van de gemaalinstallatie.....	107
2.5.2.4	Bediening gemaalinstallatie.....	108
2.5.2.5	Uit bedrijf nemen	112
2.5.2.6	Maatregelen gedurende stilstand van de installatie	113
2.5.3	Onderhoud algemeen	114
2.5.4	Onderhoud hoofdmotor en bemalingspomp	115
2.5.4.1	Vorstbescherming	115
2.5.4.2	Regulateur.....	116
2.5.4.3	Torninrichting.....	116
2.5.4.4	Starten.....	116
2.5.4.5	Maatregelen tijdens onderhoud.....	116
2.5.4.6	Drijfstangbouten	116
2.5.4.7	Afstelling zijasaandrijving	117
2.5.4.8	Smering krukpen	117
2.5.4.9	Smeertoestel	117
2.5.4.10	Hergebruik smeerolie	117
2.5.4.11	Koelwater	117
2.5.4.12	Zuiger	118
2.5.4.13	In- en uitlaatkleppen	118
2.5.4.14	Luchtfilter.....	119
2.5.4.15	Uitlaatgassenleiding en knaldemperput	119
2.5.4.16	Kleptiming opnieuw instellen	119
2.5.4.17	Ankerbouten en draadeinden	121
2.5.4.18	Lagerschade.....	121
2.5.4.19	Aandrijfwielen van de reguleur en zijas.....	122
2.5.4.20	Brandstofpomp	122
2.5.4.21	Verstuiver	122
2.5.4.22	Brandstofregelklep	122
2.5.4.23	Verpakken stopbus.....	123
2.5.4.24	Koperen afdichtingsringen.....	123
2.5.4.25	Afstelling brandstofregelklep	123
2.5.4.26	Smeertoestel	124
2.5.4.27	Brandstoftanks, pijpleidingen, filters en warmtewisselaars	126
2.5.4.28	Vliegwielen	126
2.5.4.29	Uitlijning krukas/machineas.....	126

2.5.4.30	Luchtvat, afsluiters en leidingen	126
2.5.4.31	Machinefundatie en frame	127
2.5.4.32	Bemalingspomp	128
2.5.5	Onderhoud hulpwerktuigen en installaties	128
2.5.6	Hulpmotor	128
2.5.6.1	Luchtfilter	128
2.5.6.2	Elektrische ontstekingsinrichting algemeen	129
2.5.6.3	Dynamo bougie en bougiekabel	129
2.5.6.4	Brandstoftank	129
2.5.6.5	Vlotterkamer en vlotter	129
2.5.6.6	Mengklep	129
2.5.6.7	Zuiger en zuigerveren	130
2.5.6.8	In- en uitlaatkleppen	130
2.5.6.9	Afstelling krukaslagers	131
2.5.6.10	Afstelling kruken en zuigerpenlagers	131
2.5.6.11	Afstelling nokkenas- en reguleuraslagers	132
2.5.6.12	Wormwieloverbrenging	132
2.5.6.13	Groot onderhoud	133
2.5.6.14	Cilindervoering	133
2.5.6.15	Zuiger	133
2.5.6.16	Inlaatklep	134
2.5.6.17	Uitlaatklep	134
2.5.6.18	Krukas	134
2.5.6.19	Vliegwiel	134
2.5.6.20	Startluchtcompressor	134
2.5.6.21	Vacuümpomp	135
2.5.6.22	Koelwaterpomp	135
2.5.6.23	Stopbus	136
2.6	Onderhoud onderdelen van het natte pad	139
2.6.1	Krooshek	139
2.6.2	Zuig- en persleiding	139
2.6.3	Terugslagklep	139
2.7	Geraadpleegde bronnen en verantwoording illustraties	140
2.7.1	Geraadpleegde bronnen	140
2.7.2	Websites	140
Bijlage 1	Het natte pad	142
Bijlage 2	Plattegrond gemaal	144
Bijlage 3	Machines en installatieonderdelen	146

Bijlage 4	Koelwaterschema hoofdmotor	148
Bijlage 5	Smeerschema	150
Bijlage 6	Voorschriften voor bediening en onderhoud van Crossley ruwoliemotoren	153
Bijlage 7	Voorschriften voor bediening en onderhoud van Crossley gas- en oliemotoren	218
Bijlage 8	Edison-Splitdorf ontstekingsinrichting	250
Bijlage 9	Mc. Pherson's Ajax Piston pumps	273
Bijlage 10	Vetpomp	287

2 Specifieke technische informatie

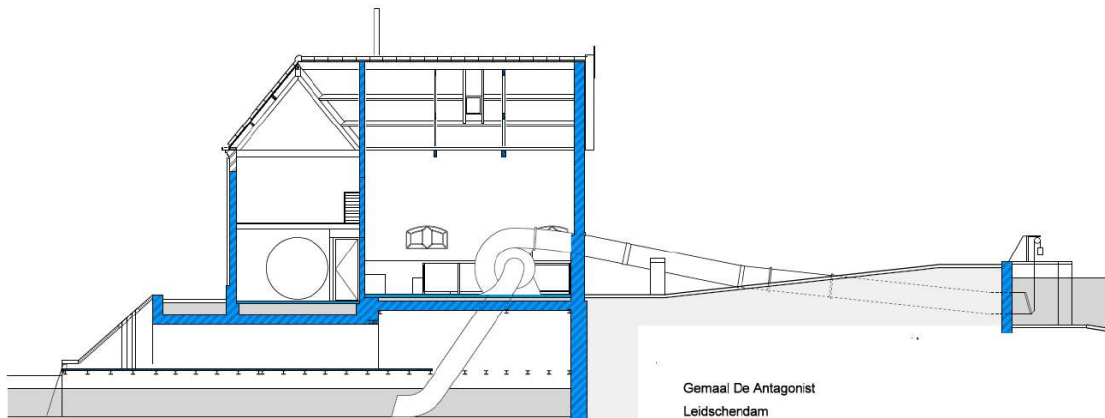
In dit deel van de Leidraad Kennisborging wordt de informatie voor het borgen van de specifieke technische kennis voor het bedienen en onderhouden van de technische installaties van het dieselgemaal De Antagonist beschreven.

2.1 Gemaalopzet

In deze paragraaf wordt globaal uiteengezet uit welke onderdelen het gemaal is samengesteld, de functie ervan en waar de respectievelijke onderdelen staan opgesteld.

2.1.1 Natte pad

De weg die het te verpompen water volgt bij een poldergemaal noemen we in jargon het 'natte pad'. In dat pad is een aantal voorzieningen, constructies en installaties opgenomen die het mogelijk maken om het water uit de toevoertocht op te voeren naar de boezem of een andere hoger gelegen waterloop van het waterlopenstelsel in het betreffende gebied. Het gemaal De Antagonist is uitgerust met een zogenaamde centrifugaalwaaierpomp die het water uit de Starrevaart- en Damhouderpolder uitslaat op de Stompwijksevaart. Het gemaal heeft weliswaar geen functie meer in de reguliere waterhuishouding, maar is nog steeds maalvaardig.



Natte pad

Hierboven wordt schetsmatig het natte pad van het gemaal De Antagonist weergegeven. Hierin zijn de volgende onderdelen opgenomen, elk met een korte beschrijving van de functie van dat onderdeel. Een grotere afbeelding van deze figuur wordt in bijlage 1 van deze Leidraad gegeven.

2.1.1.1 Krooshek

Het krooshek aan de polderzijde van het gemaal bestaat uit een groot aantal verticaal opgestelde thermisch verzinkte staven. Deze staven van 13 x 30 mm voorkomen dat er grote hoeveelheden vegetatie uit de toevoertocht maar ook harde voorwerpen naar de bemalingspomp worden gevoerd en deze de waaier verstoppen of beschadigen. De staven zijn op een en dezelfde afstand aan de zogenoemde onder- en bovenaanslag bevestigd. Deze afstand wordt de steek genoemd en bedraagt 70 mm.



Situatie bij het krooshek

De onderaanslag rust op de harde bodem van de instroombak. De bovenaanslag is met bouten aan de kroosvloer vastgemaakt. Het krooshek moet tijdens bedrijf van tijd tot tijd met de krooshark handmatig worden schoongemaakt. Om het te water raken bij het krozen tegen te gaan, is boven het hek, op heuphoogte, een reling aangebracht.

2.1.1.2 Instroombak

De instroombak bestaat uit twee vleugelmuren, een frontmuur en een waterdichte vloer. Deze vloer is op ongeveer bodemhoogte van de toevoertocht aangelegd. In de vleugelmuren zijn de dubbele schotbalksponningen aangebracht. Door in de sponningen balken of schotten aan te brengen, kan de pompkelder van het gemaal drooggezet worden en kunnen inspecties en reparaties van de installatiedelen die zich daarin bevinden uitgevoerd worden.



Tussen de vleugelmuren zijn dikke planken gelegd die dienen om tijdens het krozen het verzamelde kroos op te storten voordat het verder wordt afgevoerd.

Instroombak

2.1.1.3 Zuigkelder

De zuigkelder, waar het polderwater na het passeren van het krooshek naar toestroomt, bevindt zich voor het overgrote deel onder de vloer van het voormalig ketelhuis en dat van de machinekamer van het gemaal. Deze kelder met tongewelf is boven het waterniveau voorzien van stalen liggers



waarop drie rijen loopplanken zijn gelegd. Hiermee kan men de kelder betreden en de installatiedelen inspecteren die zich daarin bevinden zonder dat de kelder droog moet worden gezet. In deze kelder bevindt zich de zuigleiding van de bemalingspomp alsmede de zuigleiding van de koelwaterpomp met filterbak. Ook de afvoer van de vacuüm pomp komt in deze filterbak voor het koelwater uit.

Zuigkelder

De reden dat deze afvoerleiding in de filterbak voor het koelwater is onduidelijk en moet nog worden uitgezocht. Het betreden van deze kelder is, vooral als het gemaal in bedrijf is, niet zonder gevaar. Om te voorkomen dat onbevoegden de kelder betreden, is deze afgesloten met een hekwerk met een hangslot.

2.1.1.4 Centrifugaalwaaierpomp

Met de centrifugaalwaaierpomp wordt het water opgevoerd. De pomp is op de vloer in de machinekamer opgesteld. Deze vloer ligt ongeveer 3,100 m boven het waterniveau in de polder. De hartlijn van de pomp -en daarmee ook die van de machineas- ligt 0,900 m boven de machinekamervloer en dus 4.000 m boven het polderwaterniveau. Omdat dit type pomp niet zelfaanzuigend is, moet met behulp van een vacuümpomp tijdens het in bedrijfstellen eerst van lucht worden ontdaan voordat deze water verplaatst. In vaktermen noemen we dat evacueren.



Het polderwater wordt via een zuigbuis, die zich voor de pomp in tweeën splitst, door de pompwaaier uit de pompkelder onder de machinekamer aangezogen. Het opgepompte water wordt via deels boven water gelegen gietijzeren buisdelen naar de uitstroombak geperst.

Het huidige waterpeil in de Gecombineerde Starrevaart- en Damhouderpolder is in de zomer -5,04 m NAP en in de winter -5,24 m NAP. Het peil op de Stompwijksevaart is gelijk aan die van Rijlandsboezem oftewel -0,61 m NAP in de zomer en -0,64 m NAP in de winter. Dit betekent dat het water tegenwoordig gemiddeld tussen de 4,43 en 4,60 m wordt opgevoerd.

Bemalingspomp

2.1.1.5 Persleiding

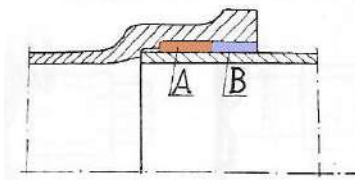
De persleiding van de pomp bestaat uit gietijzeren pijpdelen die met een zogenaamde spie-mofverbinding met elkaar zijn verbonden. Hierna wordt uitgelegd hoe een dergelijke in het verleden veel toegepaste verbinding tot stand wordt gebracht.



Uit de dicht tegen het gebouw aanwezige zadelconstructie wordt afgeleid dat er onder het maaiveld in het verdere tracé van de leiding naar de uitstroombak meer van deze constructies aanwezig zijn en dat deze onderheid zijn. Hierdoor heeft de zetting van de bodem als gevolg van klink geen invloed op de ligging van de persleiding en blijft deze lucht- en waterdicht bij de verbinding van de pijpdelen.

Gietijzeren persleiding

Bij een spie-mofverbinding (zie afbeelding) worden de pijpen met moffen in elkaar geschoven totdat het cilindrische eind (het spieëind) tegen de bodem van de mof stuit. De ruimte A, hier bruin gekleurd, wordt aangevuld met in teer gedrenkt henneptouw (striktouw genaamd) en met een stempel en hamer hierin vast gedreven. Vervolgens wordt de ruimte B, hier grijs gekleurd, met lood volgegoten en na afkoeling met een stalen stempel en hamer gestuikt.



Spie-mofverbinding

2.1.1.6 Uitstroombak

De uitstroombak bestaat uit twee rechte gemetselde muren met haaks daarop een eveneens gemetselde muur waarin de persleiding met de aanslag voor de terugslagklep is bevestigd. De bak is voorzien van een gemetselde vloer. Bij deze uitstroombak ontbreken de schotbalksponningen waardoor deze niet eenvoudig droog kan worden gezet voor inspectie van de terugslagklep. Op de deksloven van de bak is een stalen beugel met daaraan een katrol bevestigd. Over de katrol loopt



een staaldraad met daaraan aan een zijde gewichten en aan de andere zijde een trekstang die aan een oog op de terugslagklep is bevestigd. Met deze constructie wordt de zware terugslagklep gebalanceerd waardoor tijdens bedrijf de stromingsweerstand wordt geminimaliseerd en er minder energie nodig is om het polderwater te verpompen.

Uitstroombak

2.1.1.7 Terugslagklep

Een terugslagklep zorgt ervoor dat er geen polderwater kan terugstromen vanuit de hoger gelegen boezem naar de polder. Hiernaast staat de in het verleden afgedankte terugslagklep van het gemaal De Antagonist afgebeeld.

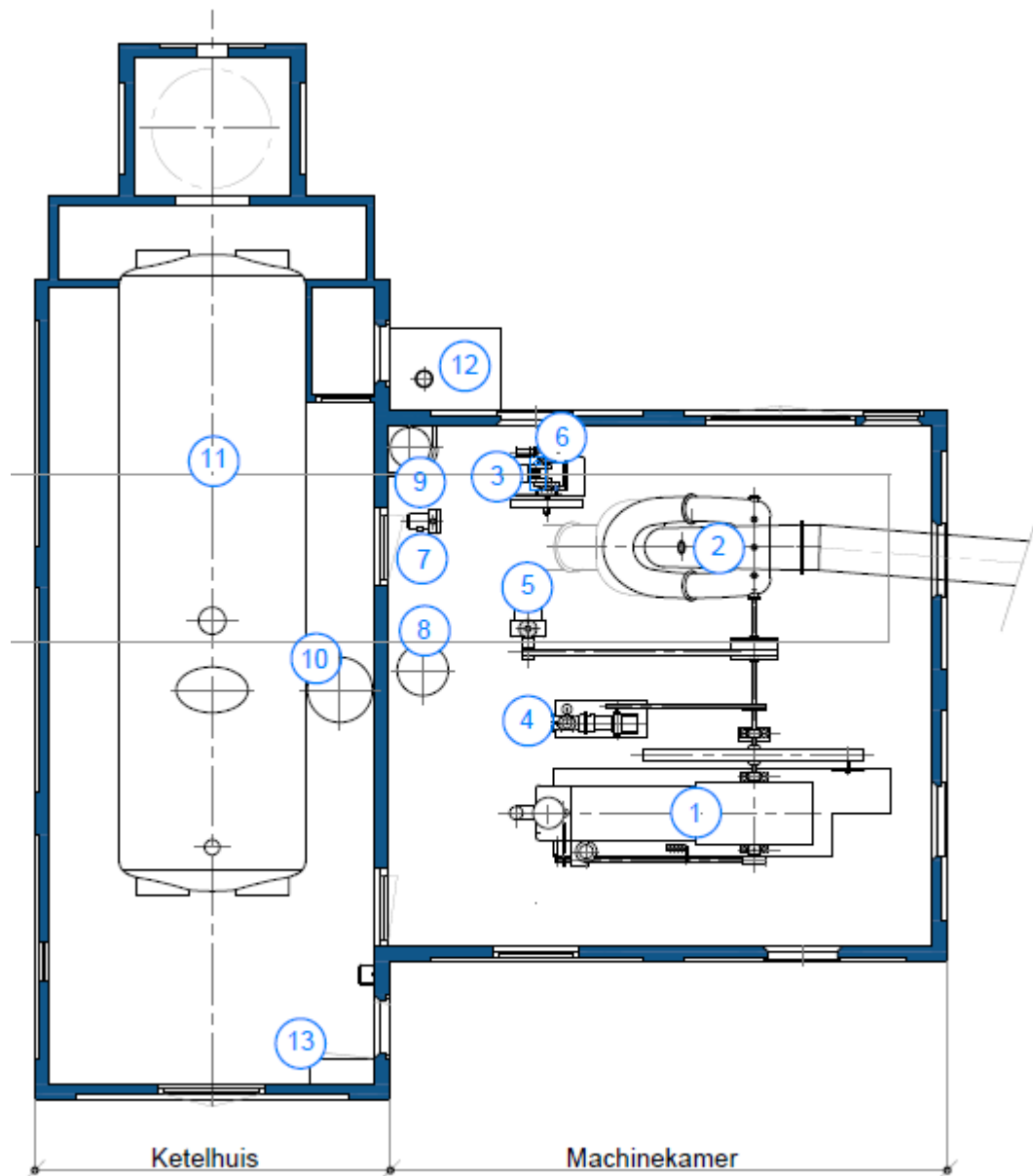


Het betreft een enkelvoudig opgeklampte houten klep met gesmeed stalen gehengen en beslag. Het is niet bekend wanneer de terugslagklep vervangen is. en of de nieuwe klep op precies dezelfde wijze is geconstrueerd. Met een stok is de nieuwe klep afgetast. Het blijkt dat deze onder een hoek is opgesteld en gemaakt is van metaal. Het is raadzaam om zowel de constructie als de onderhoudstoestand van deze klep beter in kaart te brengen.

Oude houten terugslagklep

2.1.2 Technische installaties

De technische installaties van het aan de Stompwijksevaart gelegen dieselgemaal De Antagonist bestaan uit de volgende (hoofd)onderdelen. Deze onderdelen staan in het voormalig ketelhuis en de -daarvan gescheiden- machinekamer van het gemaalcomplex. Deze ruimten en de onderdelen zijn aangegeven in onderstaande tekening van de plattegrond van het gemaal. In bijlage 3 van dit deel van de Leidraad is deze tekening op groter formaat weergegeven.



Technische installaties

Machinekamer

1. Viertakt dieselmotor van het fabricaat Crossley
2. Rechtstreeks door de genoemde dieselmotor aangedreven centrifugaalwaaierpomp fabricaat Stork
3. Een mengselmotor (benzine) van het fabricaat Crossley voor de rechtstreekse aandrijving van de startluchtcompressor
4. Door een drijfriem vanaf de hoofdas aangedreven koelwaterpomp
5. Door een drijfriem vanaf de hoofdas aangedreven vacuümpomp
6. Door de mengselmotor aangedreven startluchtcompressor
7. Door een elektromotor aangedreven startluchtcompressor
8. Startluchtvat
9. Dieselolie voorraadvat/dagtank
10. Koelwatervat
11. Stoomdrum gebruikt als brandstofvoorraadtank
12. Knalkelder
13. Schakel- en verdeelkast voor de elektrotechnische installaties

2.2 Pompaandrijving

In deze paragraaf wordt ingegaan op de verschillende facetten van de huidige pompaandrijving door middel van een verbrandingsmotor.

2.2.1 Crossley compressorloze ruwoliemotor

In 1930 is het gemaal ontstoont en uitgerust met een horizontaal opgestelde ééncilinder Crossley ruwoliemotor voor de aandrijving van eveneens een nieuwe bemalingspomp. De pomp is door de Gebr. Stork uit Hengelo geleverd. De motor werd toen aangeduid als compressorloze ruwoliemotor. Dit betekende dat de verstuiwing van de brandstof gebeurde door deze onder hoge druk te brengen in plaats van het tot dan toe gebruikelijke verstuiwen met behulp van samengeperste lucht. Voor die tijd was dit een zeer moderne motor. De onderhavige motor is geschikt voor het verstoken van minder bewerkte brandstofsoorten, vandaar de naam ruwoliemotor. Voor zover bekend is door de jaren heen in de motor alleen dieselolie verstoekt.



Originele motorplaatje

2.2.2 Beschrijving van de pompaandrijving

De centrifugaalwaaierpomp van het gemaal De Antagonist wordt sinds 1929 aangedreven door een viertakt verbrandingsmotor van het fabricaat Crossley. Deze aandrijving kon -zoals gebruikelijk in die tijd- zonder een aansluiting op het openbare elektriciteitsnetwerk worden bedreven.

Ook maakte deze dieselmotor gebruik van drukverstuiving in plaats van de tot dan toe veel toegepaste luchtverstuiving.

2.2.2.1 Kenmerken

De dieselmotor heeft de volgende kenmerken die hierna als volgt worden gespecificeerd:

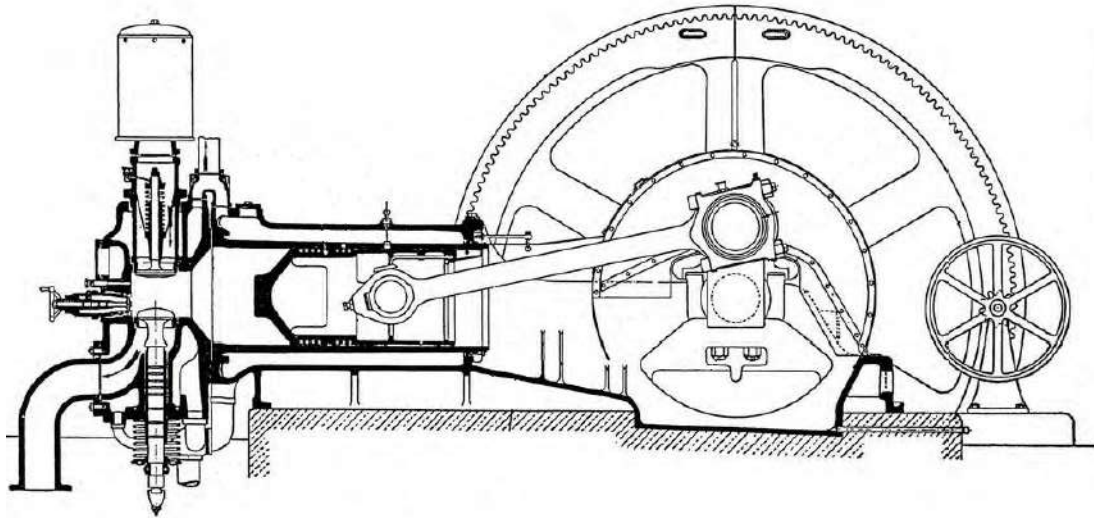
Motorspecificaties	
Fabricaat	Crossley Brothers, Manchester
Bouwjaar	1929
Kenmerk	ééncilinder viertakt dieselmotor
Fabrieksnummer	108934
Type	O 126
Zuigerslag	26" (660 mm)
Zuigerdiameter	16" (406 mm)
Vermogen	100 pk nominaal 110 pk maximaal
Nominaal toerental	210 omw/min
Vliegwiel velgdiameter	18 ft (5.486 mm)
Vliegwiel gewicht	5250 kg
GD ²	nog te berekenen

2.2.3 Samenstelling en constructie

De Crossleymotor voor de pompaandrijving betreft een wat men in die tijd een ruw-oliemotor noemde, omdat deze ook geschikt was om er andere, zwaardere en goedkopere, brandstoffen dan dieselolie in te verbranden. De onderhavige motor met drukverstuiving werkt in viertakt, is watergekoeld en wordt met perslucht gestart. Het zware vliegwiel zorgt voor een rustige gang van dit aandrijfwerktuig, maar ook dat deze gemakkelijk in werking kan worden gesteld.

Naast de aandrijving van de bemalingspomp zorgt de motor voor de aandrijving van de koelwaterpomp, de vacuümpomp en de later aan de installatie toegevoegde automatisch werkende vetsmeer pomp voor de glijlager en pakkingbus van de bemalingspomp. De koelwaterpomp en de vacuümpomp worden met een drijfriem vanaf de hoofdas aangedreven. Voor de aandrijving van het vetsmeer pomp wordt een rubbersnaar gebruikt die zonder tussenkomst van een pulley om de hoofdas is gelegd.

De volgende figuur geeft bij benadering de langsdoorsnede weer van de Crossley dieselmotor in dit gemaal. De figuur is ontleend aan de Algemene Opstelling en Bedrijfsinstructies voor deze en vergelijkbare motortypes uit die tijd. Een kopie van het origineel met de benaming van de onderdelen is in bijlage 2 van deze Leidraad terug te vinden. In de figuur wordt het vliegwiel van de motor met rechte spaken weergegeven. In werkelijkheid zijn dit gebogen spaken.



Crossley viertakt dieselmotor, type O 126

Het zwaar geconstrueerde frame van deze motor wordt over de gehele lengte ondersteund, is voorzien van een aangegoten rand voor het opvangen van druipolie en heeft ruime gaten voor het aangieten van de fundatiebouten. De cilindervoering wordt op zijn plaats gehouden door het cilinderdeksel, terwijl aan het open einde van de cilinder de afsluiting met de cilindermantel wordt gevormd door twee rubber ringen, waardoor vrije expansie mogelijk is.

Het cilinderdeksel is zo symmetrisch mogelijk geconstrueerd waardoor vrije en gelijkmatige uitzetting mogelijk is.

De in- en uitlaatkleppen zijn boven elkaar in het deksel aangebracht. De inlaatklep is in een apart gietijzeren huis ondergebracht. De behuizing van de uitlaatklep is onderdeel van het cilinderdeksel en uitgevoerd met een verwisselbare klepzitting die kan worden vervangen als een onherstelbare schade hieraan wordt vastgesteld. De in- en uitlaatkleppen worden mechanisch geopend door gehard stalen nokken op de zogenaamde zijas langs de motor.

Deze zijas wordt via een haakse overbrenging met schroefwielen aangedreven door de krukas. Omdat we hier te maken hebben met een viertaktmotor wordt het toerental met deze overbrenging met de helft gereduceerd. Op de zijas zijn ook de nokken voor de brandstofpomp en de aanzetklep aangebracht.

De centrifugaalreguleerder wordt vanaf de zijas aangedreven door schroefwielen die in een oliebad lopen, terwijl de centrale smeeroliepomp door een excentriek op deze as van bewegingsenergie voorzien wordt.

De motor is voorzien van een zwaar vliegwiel dat zorgt voor een rustige gang van de motor en in combinatie met de speciale decompressienok naast de uitlaatnok het gemakkelijk aanzetten vanuit stilstand mogelijk maakt.

De motor is ook geschikt voor het verstoken van goedkopere, zwaardere en dus dik vloeibare oliebrandstoffen (zie pagina 9 van bijlage 2). Om deze zwaardere brandstoffen goed te kunnen verstuiven, is de motor voorzien van een soort bypass in de uitlaatgassenleiding en een heater of warmtewisselaar waarmee de brandstof wordt opgewarmd tot de juiste temperatuur voor een goede verstuiving.

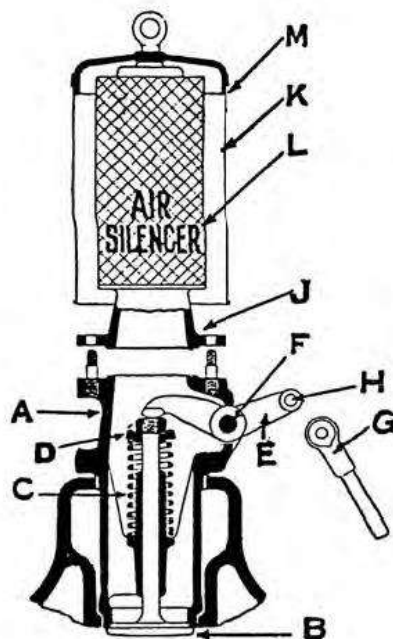
2.2.4 Specifieke omschrijving motoronderdelen

Hierna volgen de specifieke omschrijvingen van de belangrijkste onderdelen van de hoofdmotor van het gemaal De Antagonist.

2.2.4.1 In- en uitlaatkleppen

De inlaatklep van deze horizontaal opgestelde motor is ondergebracht in een apart gietijzeren klephuis. Op dit klephuis is het luchtfilter annex geluiddemper gemonteerd, zoals we kunnen zien in de figuur van het klephuis hieronder. Het klephuis is aan de onderzijde voorzien van een schuine pasrand waarmee deze op het cilinderdeksel aansluit. Aan het klephuis is een flens gegoten waarmee het met behulp van draadeinden en moeren aan het cilinderdeksel wordt bevestigd.

De verbrandingslucht bij deze klephuisconstructie strijkt langs een deel van de klephefboom, de klepveer en klepgeleider. Dit betekent dat deze delen aan vervuiling onderhevig zijn door stofdeeltjes die het luchtfilter en het scharnierpunt F van de klephefboom passeren.



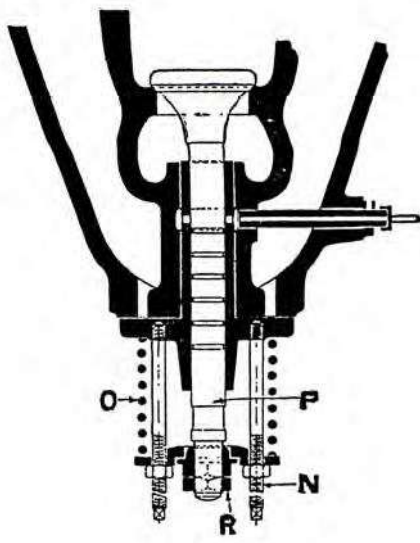
Voor inspectie van de klep en het schuren ervan moet het klephuis worden verwijderd. Hiertoe moet eerst het luchtfilter L worden verwijderd en de klepstoter G van de klephefboom H worden losgenomen. Nadat ook de moeren van de drukflens zijn verwijderd, kan het klephuis uit het cilinderdeksel worden verwijderd. Er moet rekening mee worden gehouden dat het betreffende onderdeel zwaar is. Bij het horizontale en verticale transport hiervan moet gebruik worden gemaakt van daartoe geëigende hijsmiddelen. Het zware klephuis moet voor verdere onderhoudshandelingen op een stevige ondergrond (werkbank) worden gelegd.

Uitsnede cilinderdeksel met inlaatklephuis

De uitlaatklep is direct in het cilinderdeksel (in de Engelstalige handleiding aangeduid als Breech End) ondergebracht, waarbij alleen de klepgeleider annex veerschotel demontabel is. Deze klepgeleider is ondergebracht in een aangegoten bus die wordt ontspoeld door het koelwater van de motor. De door de klepsteel af te voeren warmte wordt dus geleid door deze bus en de klepgeleider.

De uitlaatklep kan alleen uit het cilinderdeksel worden verwijderd via de opening die ontstaat als het inlaatklep huis is verwijderd. Ook het inspecteren en het schuren van de uitlaatklep moet via deze relatief kleine opening aan de bovenkant van de motor gebeuren.

Voordat we de uitlaatklep uit het deksel kunnen nemen, moeten we de zware klep hefboom aan de onderzijde van de motor demonteren en de klepveer ontspannen door de veerschotel weg te nemen. Hiervoor moeten de -bij de motor geleverde- lange draadeinden N door in de -daarvoor



bestemde- gaten in de flens van de klepgeleider worden gedraaid. Door nu de moeren van deze draadeinden bij de veerschotel zo ver aan te draaien dat er geen kracht meer wordt uitgeoefend op de klepsteel P, kunnen we de borgmoer R losdraaien. Met de bij de motor geleverde T-sleutel voor het schuren van de klep kunnen we deze er vervolgens uitnemen.

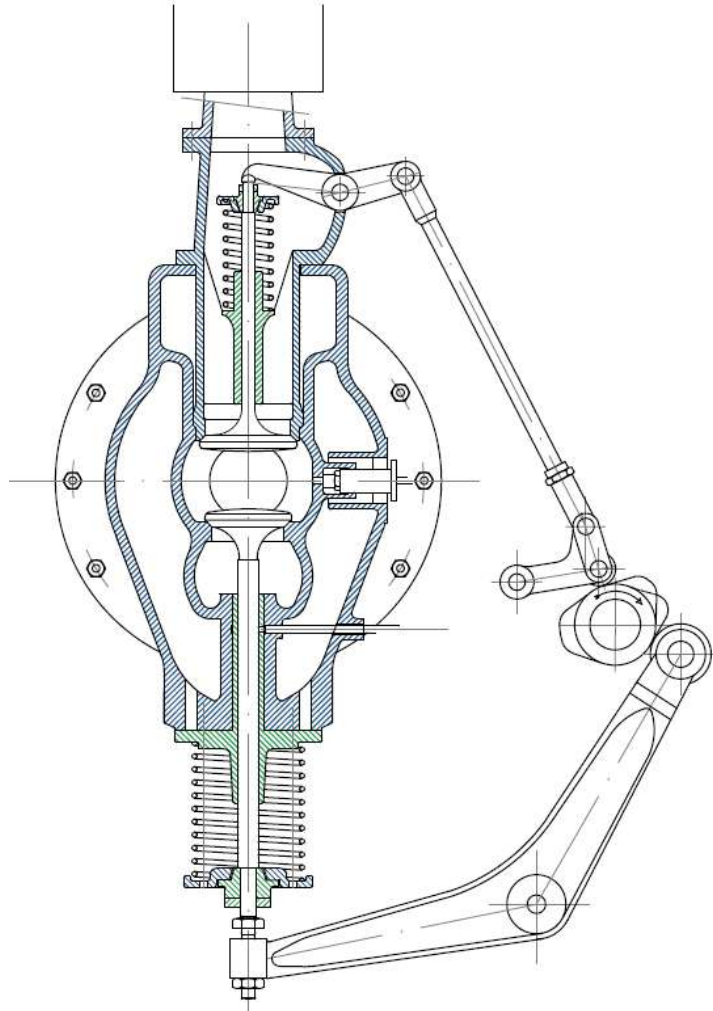
In Deel IV van de Leidraad Kennisborging voor dieselmotoren wordt nader aangegeven hoe we kleppen moeten schuren en eventueel bij schade deze mechanisch kunnen bewerken.

Uitsnede cilinderdeksel met uitlaatklep

De uitlaatklepsteel is voorzien van een speciale aansluiting voor het smeren. Deze aansluiting bestaat uit een dikwandige buis die in de bus -rondom de klepgeleider- van het cilinderdeksel is geschroefd. Aan de buitenkant van het cilinderdeksel wordt deze buis, die door de koelwater ruimte loopt, afgedicht met een pakkingbus met drukstuk. In de figuur hierboven is te zien dat in de bus een kamertje is gekotterd en dat de klepgeleider is voorzien van een aantal gaatjes waardoor de smeeroil naar de klepsteel wordt gevoerd. Bij inspectie van de uitlaatklep moet ook de aanvoer van smeeroil worden gecontroleerd. Dit doen we door met de hand de betreffende plunjer van het smeerapparaat te bewegen (zie hiervoor de paragraaf 'smering' in dit deel van deze Leidraad). Ook moet worden gecontroleerd of er geen koelwater via deze aansluiting naar het olietankje lekt.

2.2.4.2 Klepbewegingsinrichting

In de figuur hieronder zijn de in- en uitlaatklep en het principe van het bewegingsmechanisme van deze kleppen getekend. Voor inspectie en onderhoud van de uitlaatklep moet eerst de inlaatklep gedemonteerd worden. Deze tekening en de eerder afgebeelde opstellingstekening van deze motor laat zien dat deze klep uiterst moeilijk bereikbaar is en dat reparaties hieraan door de machinist alleen op de hurken of liggend moeten worden uitgevoerd.



Bewegingsinrichting in- en uitlaatklep

2.2.4.3 Kleppen stellen

Volgens de originele handleiding van deze motor moeten de kleppen iedere maand worden nagezien en eventueel geschuurd worden, waarna ook de kleppen worden gesteld. Dit advies is waarschijnlijk gebaseerd op continu bedrijf en het gebruik van zwaardere brandstoffen. Vanwege de huidige museale functie van het gemaal en als gevolg daarvan het geringe aantal draaiuren wordt aanbevolen dit eens per jaar te doen.

Hiermee gaat de kennis van het uitvoeren van de hiervoor benodigde handelingen niet verloren en is men verzekerd van een goed afgestelde motor. Voor de wijze waarop de kleppen moeten worden gesteld, wordt verwezen naar deel IV van deze Leidraad.

De klepspeling gemeten bij een warme motor bedraagt 0,45 mm en 0,7 mm voor respectievelijk de in- en de uitlaatklep. Nagegaan moet worden of dit juiste speling is.

Bij het afstellen van de kleppen, maar ook voor het in bedrijfstellen, moet de motor worden getornd met de hand-torninrichting. Om makkelijk te kunnen toren, moeten we de decompressienok onder de rol van het uitlaatklepmechanisme schuiven en het decompressiehandel overhalen.

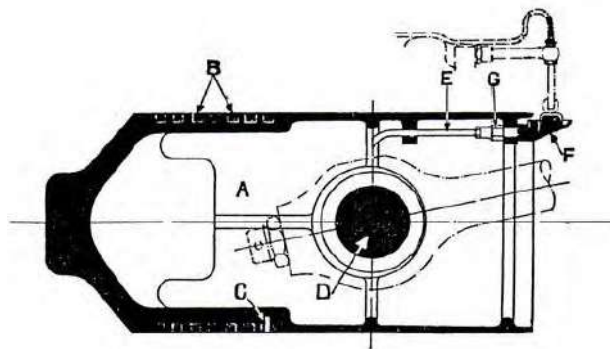
2.2.4.4 Uitlaatgassenleiding en knaldemper

Het uitlaatgassensysteem van de Crossley motor van het gemaal bestaat uit een stalen leiding die in een met tranenplaat afgedekte goot in de machinekamer is gelegd. Deze leiding, die aan een zijde met het cilinderdeksel van de motor is verbonden, mondt uit in de zogenaamde knalkelder aan de oostzijde van het gemaalgebouw. Op de knalkelder is het laatste en verticaal opgestelde gedeelte aangesloten. Dit ongeveer 6 meter lange deel van de uitlaatgassenleiding is met beugels vastgemaakt aan de zijgevel van het bemalingsgebouw.

Zoals gebruikelijk eindigt een uitlaatgassenleiding met een bocht of met klep om te voorkomen dat regenwater of andere neerslag de leiding binnendringt en het roesten hiervan veroorzaakt. Bij het gemaal De Antagonist zijn hiervoor geen voorzieningen aangebracht. Het verdient daarom aanbeveling hier in de toekomst aandacht aan te besteden.

2.2.4.5 Zuiger en cilinder

Hieronder is de langsdoorsnede van de gietijzeren zuiger afgebeeld. De gietijzeren zuiger heeft een diameter van 16" (406,4 mm) en is voorzien van kegelvormige bodem met daarop een dikke cilindervormige massieve ring. De zuigerbodem volgt de contour van het cilinderdeksel waarbij het cilindrische gedeelte aan het begin van de zuigerslag iets in de verbrandingsruimte steekt. Het zuigerlichaam is aan bodemzijde en ter plaatse van de zuigerpen verstijfd met ribben voor het overbrengen van de op de bodem uitgeoefende krachten.



Langsdoorsnede zuiger

A	Zuigerlichaam		E	Smeerolieleiding naar zuigerpen
B	Zuigerveren		F	Doorvoer olielikker
C	Zuigerveer borgpen		G	Smeerolie aanvoerleiding
D	Zuigerpen			

Benaming zuiger en zuigeronderdelen

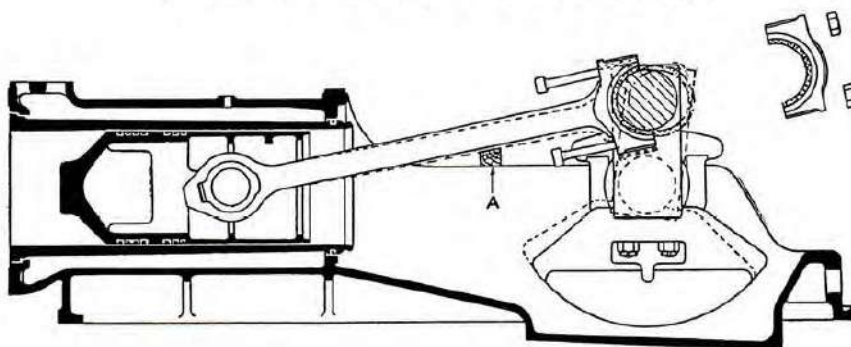
De zuigerpen wordt gesmeerd met behulp van een zogenaamd likkersysteem waarbij de olie wordt aangevoerd door één van de plunjers van het smeerolietoestel aan de zijkant van de motor.

Voor de werking van het likkersysteem wordt verwezen naar 'smeersystemen' in paragraaf 4.19.2 van Deel IV van deze Leidraad. Opgemerkt wordt dat de smeerolie voor de zuigerpen gedoseerd en onder druk wordt aangevoerd, maar dat deze drukopbouw wordt onderbroken bij de doorvoer F van de olielikker. Bij deze doorvoer kan tijdens de opstartprocedure handmatig olie worden toegevoerd. De zuiger moet hiervoor in de uiterste stand aan AZ (krukaszijde) worden getornd.

2.2.4.6 Demontage zuiger

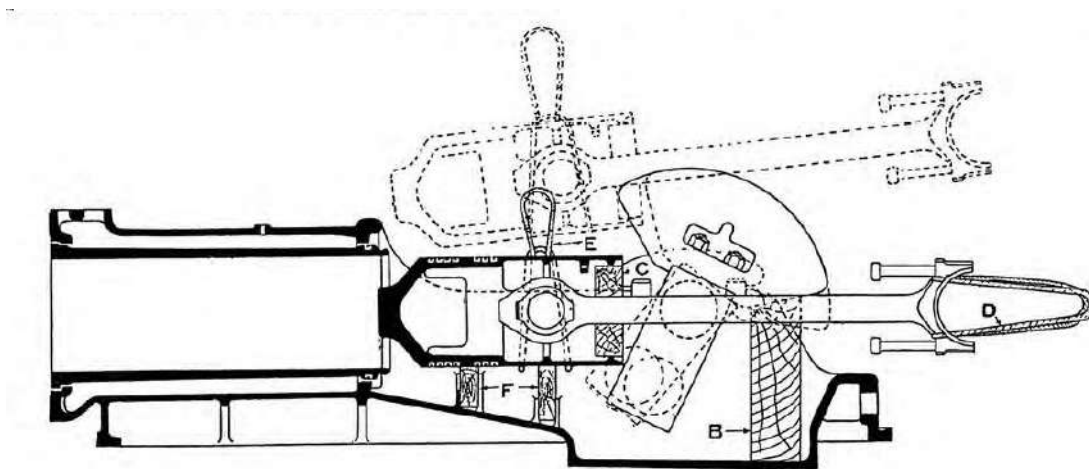
In de originele bedieningsvoorschriften en onderhoudshandleiding wordt voor de inspectie en het onderhoud van de zuiger en zuigerveren eens in de drie maanden aangegeven. Bij continu bedrijf komt dit neer op ongeveer 2500 bedrijfsuren. Voor een gemaal met een museale functie en nauwelijks draaiuren is dit geen bruikbare waarde voor een inspectie-interval van de motorzuiger. Arbitrair wordt deze interval op 5 jaar gesteld, waarbij wordt aangetekend dat deze al naar gelang de bevindingen bij de inspectie naar boven of naar onderen bijgesteld kan of moet worden. Als een dergelijke inspectie door de vrijwilligers wordt uitgevoerd, dient deze tegelijkertijd als training.

Aan de hand van de hierna volgende figuren worden stapsgewijs de handelingen voor het trekken van de zuiger van de Crossley motor van het gemaal De Antagonist vastgelegd. Voor verdere algemene details wordt verwezen naar de betreffende paragraaf in Deel IV van deze Leidraad.



Langsdoorsnede motor na losnemen krukenmetaal

1. Plaats de kruk in de verticale stand met de balanceergewichten onder. Een en ander zoals aangegeven in de figuur hierboven.
2. Plaats een houten balkje A onder de drijfstang op de zijwangen van het motorframe en wel zodanig dat de balanceergewichten er langs kunnen draaien. Het balkje moet ongeveer 4 tot 6 mm vrij liggen van de stang.
3. Demonteer de lagerkap en de bijbehorende lagerschaal en tik de bouten zo ver terug dat ze de kruken niet meer kunnen raken of beschadigen.
4. Torn de kruk iets vooruit, zodat de andere lagerschaal eruit gedraaid kan worden.
5. Torn hierna de kruk nog verder vooruit, zodat de grote kop vrij komt te liggen van de kruken en de drijfstang op het houten balkje rust.



Langsdoorsnede motor bij uitnemen zuiger

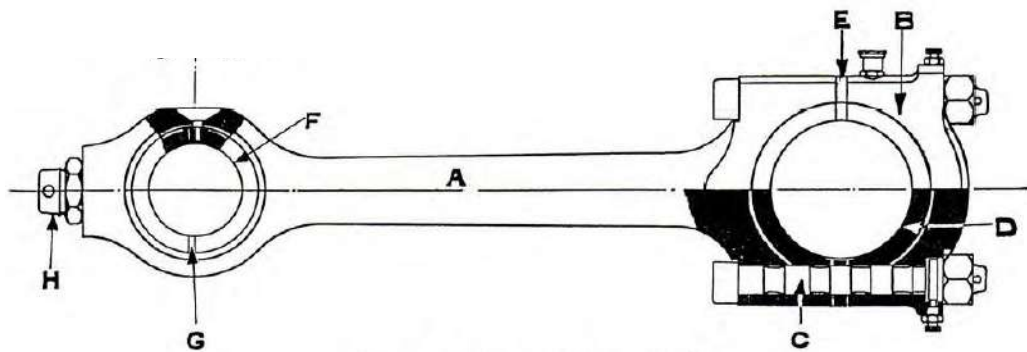
6. Torn nu de kruk in de positie zoals is aangegeven in de figuur hierboven en plaats stophout B onder de balanceergewichten, zodat deze niet door hun eigen gewicht terug kunnen draaien.
7. Laat nu de drijfstang zo ver zakken dat de hartlijn hiervan in lijn komt te liggen met die van de cilinder en vul de ruimte C tussen de zuigerwand en de drijfstang op met pasgemaakte stukken stophout. Het te gebruiken hout moet sterk en voldoende groot van afmeting zijn om hiermee een stabiele ondersteuningsconstructie samen te stellen.
8. Plaats vervolgens een touwstrop D om de grote kop van de drijfstang en bevestig deze aan een tweede- of derdehands takel. Het (vaste) bevestigingspunt van de takel moet zich iets boven de hartlijn van de cilinder bevinden omdat tijdens het trekken ook een kleine naar boven gerichte kracht ontstaat.
9. Plaats vervolgens de stophoutblokken F in de daarvoor in het frame van de motor aangebrachte sponningen, spreid een touwstrop uit over het buitenste blok en trek de zuiger voorzichtig uit de cilinder totdat deze tegen de balanceergewichten of de krukwingen stuit.
10. Leg hierna de touwstrop om de zuiger en bevestig de lus hiervan aan de overhead hijsinrichting in de machinekamer.
11. Om de zuiger verder uit de krukkast te kunnen verwijderen, moeten eerst de stophoutblokken onder de balanceergewichten worden verwijderd en de kruk iets verder worden getornd totdat deze in de gestippelde positie staat. De kruk moet in deze nieuwe positie opnieuw met de balanceergewichten met stophout worden gefixeerd.
12. De zuiger en de drijfstang kunnen nu worden verwijderd door gelijktijdig met beide takels te hijsen, te trekken of te vieren en naast de motor op de machinekamervloer worden gelegd. Ook hier maken we weer gebruik van stophout om te voorkomen dat de motoronderdelen beschadigd raken.

Nadat de zuiger verwijderd is, kunnen er verschillende inspectie en onderhoudswerkzaamheden aan de zuiger, zuigerveren, cilinder en het drijfstanglager worden uitgevoerd.

Aanbevolen wordt om de bevindingen hiervan in een rapport vast te leggen, zodat er patronen ontstaan voor de frequentie waarmee onderhoud moet worden gepleegd, maar vooral de wijze waarop onderhoud moet worden gepleegd en de vaardigheden die hiervoor nodig zijn. In dit kader wordt ook verwezen naar de beschrijvingen en illustraties over het 'zuigertrekken' in Deel IV van deze Leidraad.

2.2.4.7 Drijfstang

Hieronder wordt de langsdoorsnede van de drijfstang getoond. Deze gesmede drijfstang is bij de kleine kop -het deel dat met de zuigerpen in de zuiger is bevestigd- met een instelbaar lager uitgevoerd. Dit betekent dat als de zuigerpenspeling te groot wordt, deze gecorrigeerd kan worden door de contramoer van de stelbout H te lossen, de vulling G dunner te maken en vervolgens deze weer goed aan te draaien en met de moer te borgen. Het spreekt voor zich dat hiervoor zowel de zuiger als de drijfstang met de zuigerpen moet worden gedemonteerd.



Langsdoorsnede van de drijfstang

A	Drijfstang		E	Vulling krukpenlager
B	Zuigerpenlager		F	Zuigerpenlager
C	Drijfstangbout		G	Vulling zuigerpenlager
D	Krukpenlager		H	Stelschroef zuigerpenlager

De lagerspeling van de krukpen wordt net als bij de zuigerpen ook gecorrigeerd door, al naar gelang de vereiste correctie voor de speling, een of meerdere vullingplaatjes weg te nemen. Bij een overmatige speling moet het lager vervangen worden en opnieuw worden pasgemaakt. In paragraaf 4.24 van Deel IV van deze Leidraad wordt uitvoerig uitgelegd wanneer lagers vervangen moeten worden en hoe deze opnieuw zijn in te gieten en pasgemaakt kunnen worden.

De grote kop van de drijfstang is uitgevoerd met een oliepot (tussen de letters E en B). De pot wordt gevuld voor het opstarten van de machine om er zeker van te zijn dat de krukpen in opstartfase goed gesmeerd is. Onder bedrijfsomstandigheden krijgt dit lager de smeerolie toegediend via de doorboorde krukpen, krukvang en het daaraan bevestigde gootje.

2.2.4.8 Drijfstangbouten

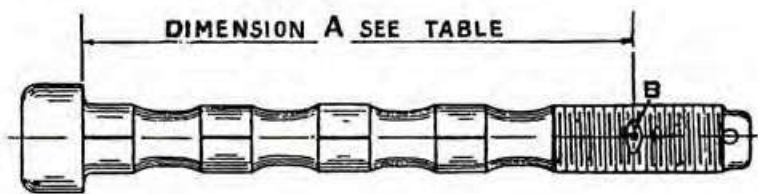
De drijfstangbouten (zie de volgende figuur) moeten grote krachten overbrengen en ervoor zorgen dat de kap en de lagerschalen precies aansluiten op de drijfstangvoet. Om te voorkomen dat deze bouten breken, worden zij met een bepaalde voorspanning aangehaald, zodat geen wisselende spanningen in het materiaal optreden.

Tegenwoordig gebruiken we hiervoor een momentsleutel en maken we gebruik van een bekend en berekend aanhaalmoment. Vroeger telde men het aantal zeskanten of zeskantdelen van de moer dat deze, verder dan handvast, werd aangedraaid. Een ander methode is om voor het losnemen van de moer deze te markeren met een centerpons of koudbeitel en de moer na de revisie tot deze markering weer aan te draaien. Bij deze methode wordt ervan uitgegaan dat de moeren voor het losnemen met het juiste moment zijn aangehaald. Deze methode kan alleen toegepast worden als de vulling van de lagers niet is gewijzigd.

Het aanhaalmoment is afhankelijk van de diameter van de bout en is te berekenen met behulp van de toegestane rek. Voor deze berekening moet de materiaal soort en kwaliteit van de bout bekend zijn. We gebruiken hierbij de spoed van de toegepaste schroefdraad en de hoekverdraaiing van de moer bij het aanhalen of vastslaan. Is de spoed bijvoorbeeld 0,8 mm en de vereiste hoekverdraaiing om de juiste materiaal spanning te verkrijgen één zeskant oftewel 60°, dan wordt de bout $60/360 \times 0,8 = 0,13$ mm opgerekt voor het bereiken van de juiste spanning.

Uit deze berekening volgt het aanhaalmoment dat moet worden ingesteld op de momentsleutel, of als dit gereedschap ontbreekt het aantal zeskanten dat de betreffende moer aangehaald moet worden.

Een dergelijke berekening is nog niet uitgevoerd voor deze motor en ook is niet bekend hoe men in het verleden hiermee omging anders dan dat men, in voorkomende gevallen, op het (goede) gevoel van de machinist vertrouwde.



Drijfstangbout

Motortype	Afmeting A		Maximum verlenging		Maximum verdraaiing	
	inches	mm	inches	mm	inches	mm
O. 126	12½	317	0.25	0,634	1/8	3.0

Tabel voor maximaal toegestane maatafwijkingen van de drijfstangbouten

In de geraadpleegde Engelstalige handleiding voor de installatie en bedrijfsvoering staat de volgende instructie voor de controle op de goed- en afkeur van dit machineonderdeel:

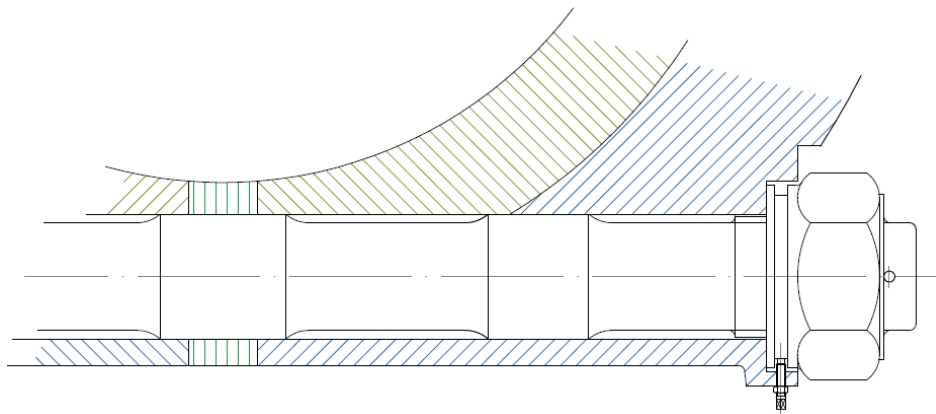
Allereerst adviseert men om uit voorzorg de bouten elke 10.000 draaiuren te vervangen. Het motief hiervoor, zo kunnen we lezen, is dat de bouten als gevolg van onoordeelkundig gebruik overrekt en getordeerd kunnen worden. Het vertrouwen in de machinisten van weleer was niet erg groot omdat men hiervoor de volgende limieten hanteerde. Vervolgens geeft men aan in hoeverre de bouten overrekt en of getordeerd mogen worden voordat verder gebruik wordt ontraden.

De blijvende verlenging van A wordt bepaald door opmeting van de maat A, aangegeven in de figuur hierboven.

De verdraaiing bepaalt men op een vlakplaat met behulp van een zogenoemd krasblok door de drijfstangbout in een V-blok te leggen en met de kraspen de verdraaiing van de hartlijn ten opzichte van het centerpunt bij B op te meten. Van elke meting moeten de gegevens in het machinejournaal worden vastgelegd, zodat men de verandering kan vaststellen.

De moeren van de drijfstangbouten zijn voorzien van een borst waarin een groef is gedraaid. Tegenover deze groef is in de kap een boutje aangebracht die in de groef wordt gedraaid en het loswerken van de moer moet voorkomen. We noemen deze borgingsconstructie uit de stoomtechniek een Penn'se zekering.

Naast deze borging wordt de moer ook geborgd tegen het losraken met behulp van een splitpen in de steel van de bout. Een en ander wordt in detail in de volgende tekening weergegeven.

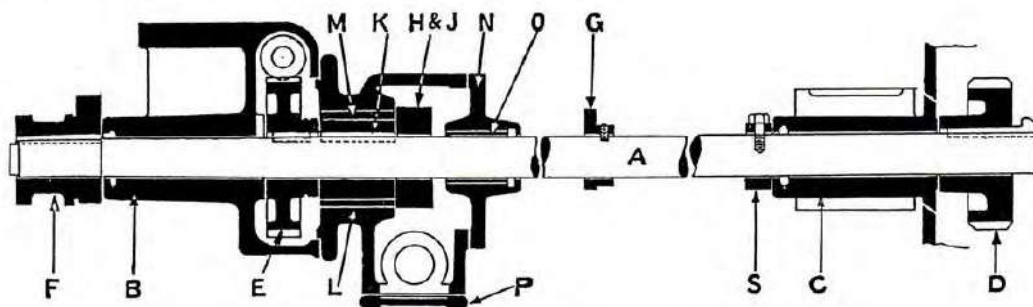


Detail borging drijfstangbout

Bij het demonteren van de drijfstang moeten eerst beide borgingen worden losgenomen voordat we de moeren van de drijfstangbouten losdraaien. Bij de originele instructies voor onderhoud van deze motor wordt aangegeven dat na het wegnemen van vullingplaatjes de weggenomen dikte moet worden gecompenseerd door volgringen van dezelfde dikte onder de betreffende moeren te leggen. Bij een te grote speling tussen de splitpen en de bovenkant van de moer kan deze over een te grote hoek verdraaien en de voorspanning van de bout verloren gaan.

2.2.4.9 Zijasinrichting en zijasaandrijving

Op de zijas van de motor zijn de nokken gemonteerd die ervoor zorgen dat steeds op het juiste moment de door deze nokken bediende kleppen openen en weer sluiten. Op deze zijas zijn ook het schroefwiel voor de aandrijving van de reguleur en het excentriek voor de smeerolepomp bevestigd. De volgende figuur geeft de inrichting van deze as weer.

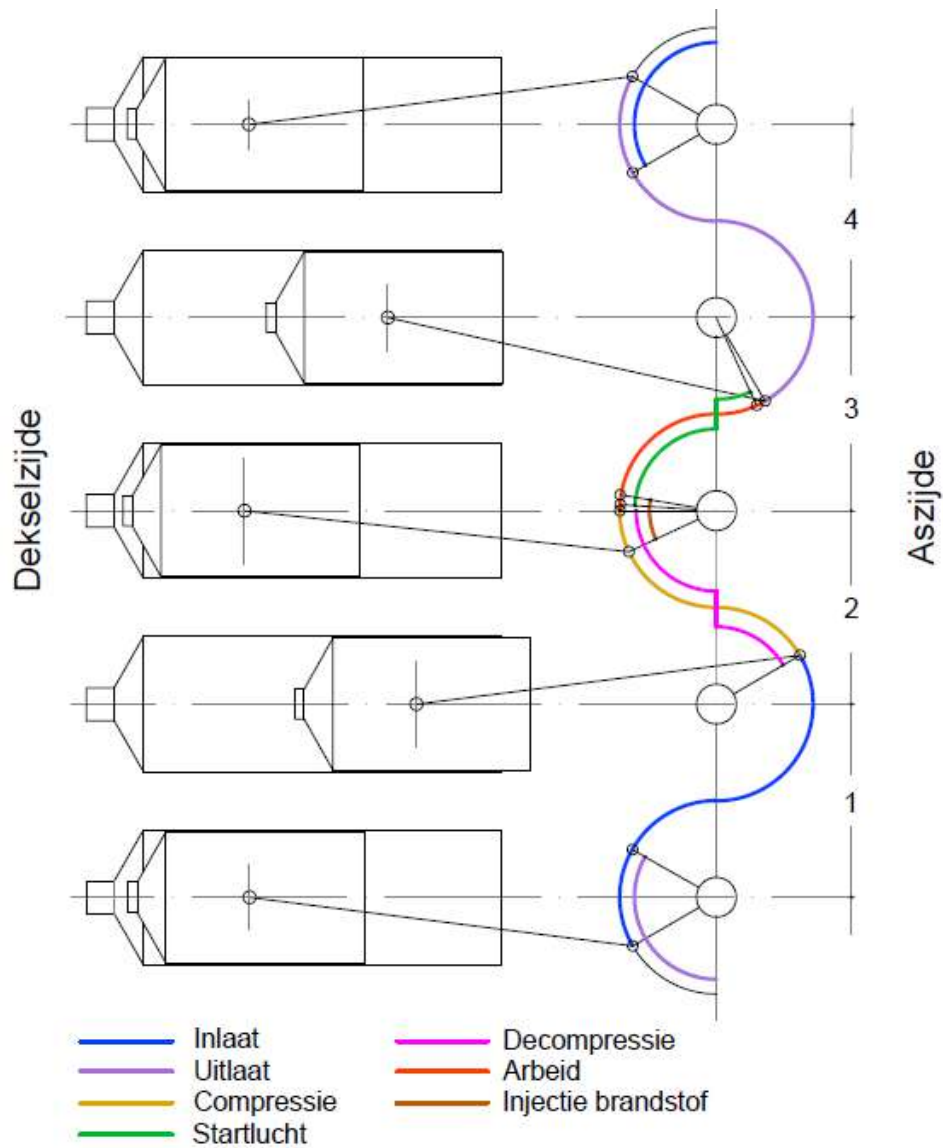


Zijas met aandrijving en nokken

A	Zijas	J	Nok brandstofpomp (inzetstuk)
B	Zijas steun cilinderdeksel zijde	K	Nokschijsbus
B1	Lagerbus in bovenstaande steun	L	Steun voor brandstofpomp
C	Zijas steun krukas zijde	M	Nokschijsbus lager
D	Schroefwiel zijas aandrijving	N	Tussenlager
E	Schroefwiel reguleur aandrijving	O	Lagerbus tussenlager
F	Inlaat decompressie en uitlaatkruk	P	Inspectiedeksel brandstofpomp
G	Excentriek smo pomp	R	Olieringen
H	Nokschijs brandstofpomp	S	Kraagstuk (axiaal lagering zijas)

Omdat we hier te maken hebben met een viertaktmotor is voor het arbeidsproces twee omwentelingen van de krukas nodig en draait dus de nokkenas met het halve toerental hiervan.

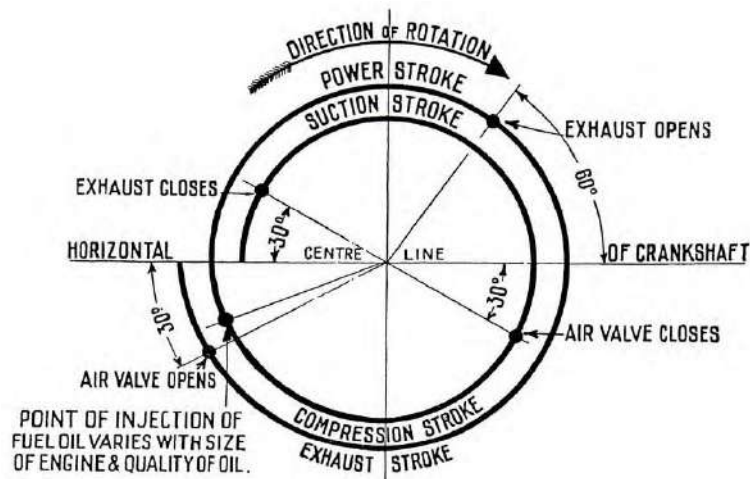
Om de volgorde waarin het arbeidsproces en het starten op lucht zich voltrekt beter te kunnen begrijpen, zijn de verschillende stadia en de bijbehorende krukstanden weergegeven in het hierna afgebeelde doorlopende krukstandendiagram.



Krukstandendiagram Crossley dieselmotor, type O 126

De krukstanden zijn voor een deel ontleend aan de volgende figuur uit de -achter in dit deel van de Leidraad afgedrukte- Engelstalige onderhoudshandleiding. Het diagram geeft niet alleen inzicht in de volgorde waarin kleppen openen en sluiten, maar ook waar overlap plaatsvindt, zoals bij het afvoeren van de verbrandingsgassen en het aanzuigen van verbrandingslucht. Ook laat het de positie zien van de zuiger in de motorcilinder bij de verschillende krukstanden.

Het diagram moet van beneden naar boven gelezen worden, waarbij de kruk van de motor rechtsom draait.



Valve setting diagram

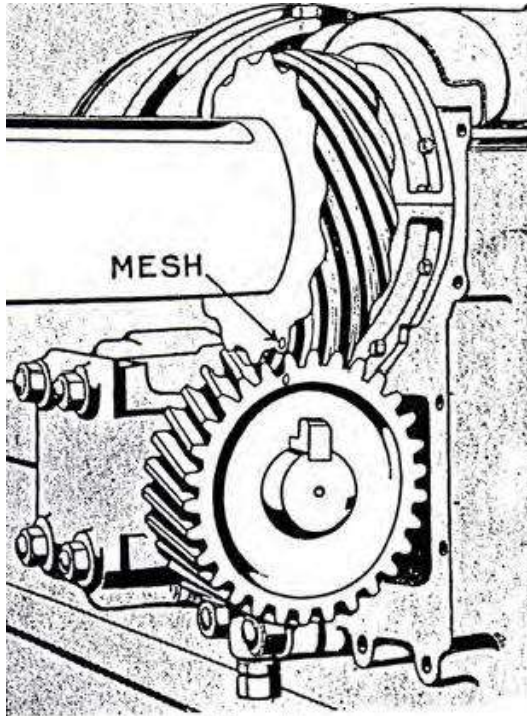
Aan het -in het kader van deze Leidraad zelf getekende- diagram zijn toegevoegd de perioden waarin startlucht wordt toegelaten, decompressie plaatsvindt en brandstof wordt ingespoten. De uiteindelijke afstelgegevens van de verschillende kleppen van deze motor zijn niet bekend, omdat deze in de loop der tijd verloren zijn gegaan, maar kunnen met enige inspanning achterhaald worden door op het vliegwiel een gradenverdeling aan te brengen om vervolgens door de motor te tornen het openen en sluiten van de verschillende kleppen te bepalen. We tornen daarbij net zo lang in de gegeven draairichting tot de rol boven de betreffende nok niet meer of juist net weer te verdraaien is en we noteren daarbij het aantal booggraden op het vliegwiel.

Behalve de brandstofnok zijn geen van de nokken op de zijas verstelbaar. Wel kan bij overmatige slijtage van de schroefwieloverbrenging van deze as het schroefwiel 180° worden verdraaid. Het betreffende wiel is daartoe fabrieksmatig al van een extra spiebaan voorzien. Door het wiel te verdraaien, 'paren' de minder gesleten tanden met de nokken bij de grootste belastingsituatie, zoals het openen van een klep.

Met deze ingreep wordt slechts een deel van het probleem opgelost omdat het drijvende schroefwiel op de krukas het dubbele aantal omwentelingen maakt dan die van op de zijas en de tanden hiervan, weliswaar gelijkmatiger, dubbel zo snel slijten.

Bij het verdraaien van het betreffende schroefwiel moet net als bij demontage van de krukas en de zijas de tanden weer op de juiste plek ingrijpen.

Hiertoe zijn op de tandflank bij een tand van het ene wiel en op de tandflank van een tandholte hier tegenover van het andere wiel met een centerpons gemarkeerd en is op deze plaats rode verf aangebracht. In de volgende figuur van de schroefwieloverbrenging van de motor wordt dit met 'MESH' aangegeven.

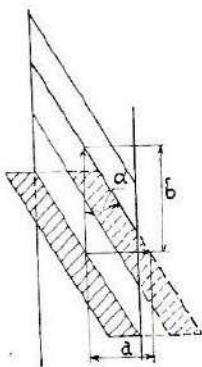


Schroefwielen zijasaandrijving



Twee willekeurige even grote schroefwielen

Eerder is aangegeven dat de zijas van de motor de helft van het krukastoerental draait. Deze toerenreductie wordt bereikt met twee haaks op elkaar geplaatste en meestal nagenoeg even grote schroeftandwielen. Hoe de vereiste toerenreductie wordt bereikt met schroeftandwielen is lastig te begrijpen, vandaar de volgende uitleg.



Wordt de gearceerde tand van het bovenste schroefwiel van de figuur hiernaast een afstand a verplaatst, dan moet de tand van het schroefwiel van de zijas het stuk b in de richting van de omtrek verschuiven. De afgelegde wegen verhouden zich als de omtreksnelheden van de respectievelijke wielen en dat kunnen we als volgt schrijven:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{a}{b}$$

Doorsnede over de tanden

Hierbij zijn:

$$v_1 = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60} \text{ [m/sec]} \quad \text{en} \quad v_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_2}{60} \text{ [m/sec]}$$

Zodat

$$\frac{a}{b} = \frac{\frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60}}{\frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_2}{60}} = \frac{D_1 \cdot n_1}{D_2 \cdot n_2} = \operatorname{tg} \alpha$$

Of

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{n_2}{n_1} \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad \text{of} \quad \frac{D_1}{D_2} = i \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Waarbij i de overbrengingsverhouding van de twee schroefwielen is. Hiervan hebben we eerder aangegeven dat deze 0,5 is.

Door middel van opmeting is bepaald dat de diameterverhouding tussen het drijvende schroefwiel en het gedreven schroefwiel 0,785 is, zodat de formule als volgt kan worden geschreven:

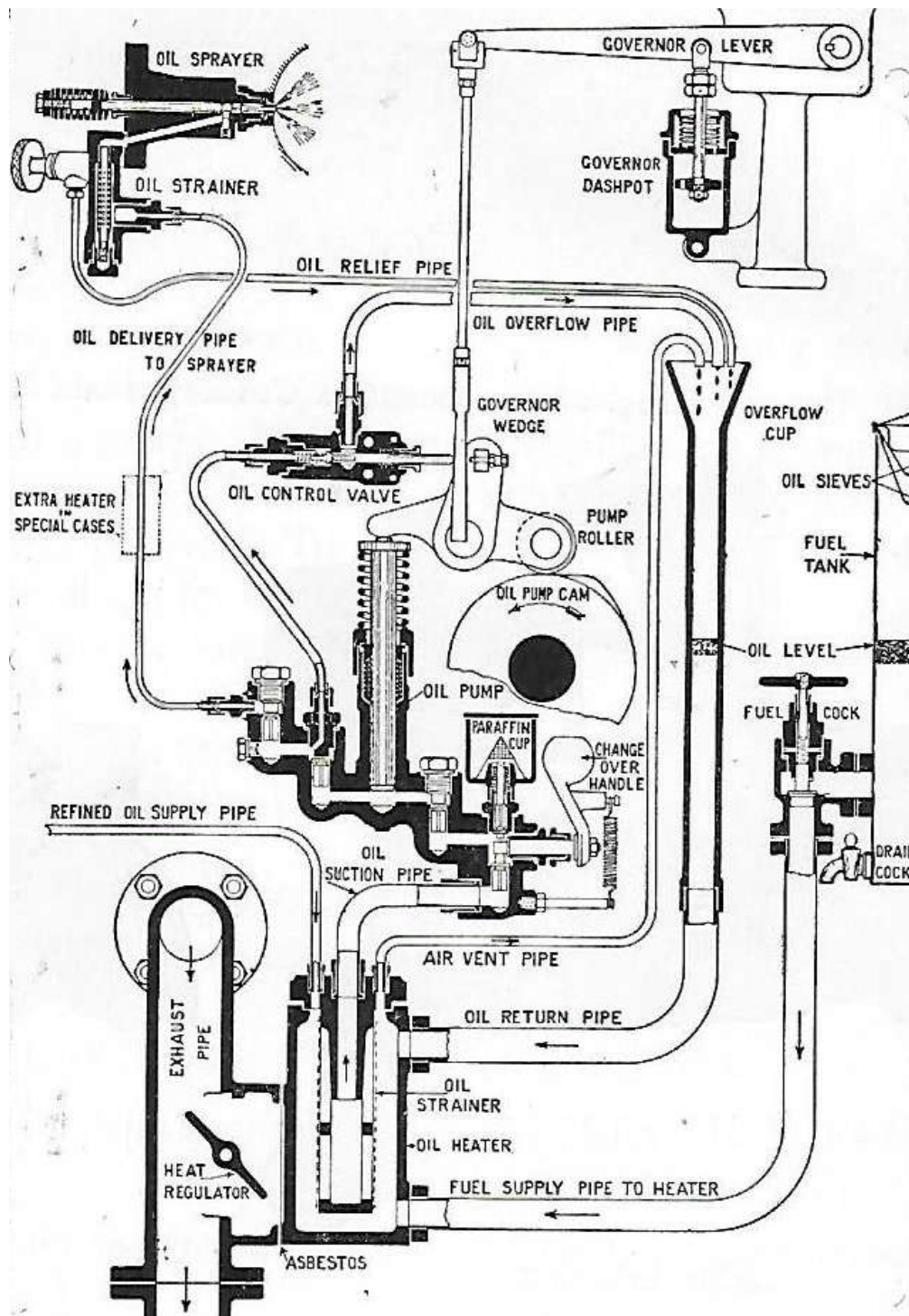
$$\frac{0,785}{0,5} = \operatorname{tg} \alpha \quad \text{of} \quad \operatorname{tg} \alpha = 1,5714$$

In een tabellenboek of met behulp van een moderne zakrekenmachine vinden we voor de tangent van 1,5714 een hoek van 57 graden, 31minuten en 43,71 seconden.

De tanden worden volgens een bepaalde module gefreesd, dat betekent dat de raakcirkel van het betreffende wiel altijd een veelvoud is van de gekozen module c.q. het getal $\pi = 3,14$ mm.

2.2.4.10 Inrichting brandstofsysteem

Op de volgende bladzijde wordt het principeschema van het brandstofsysteem afgebeeld. Hierna wordt per hoofdonderdeel de werking beschreven en voor zover van toepassing aanwijzingen gegeven voor de afstelling en het onderhoud van de deze onderdelen. In het schema ontbreekt het mechanisme waarmee de plunjer van de brandstofpomp handmatig kan worden bewogen. Met dit mechanisme (handel waarmee de hefboombeweging wordt nagebootst) kan het systeem worden ontluicht en de verstuiver op haar goede werking worden beproefd.



Principeschema brandstofsysteem

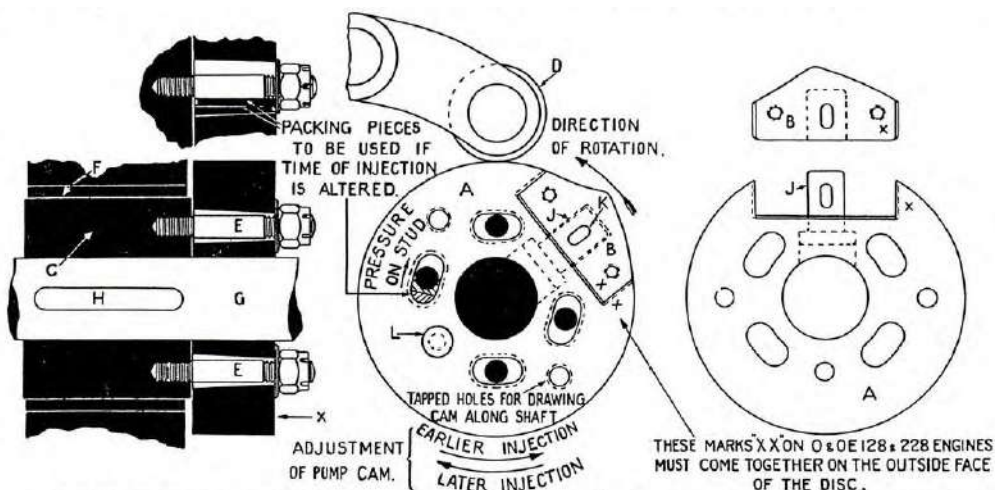
2.2.4.11 Brandstofpomp-nok

De ontstekingsvertraging (zie hiervoor de betreffende paragraaf in deel IV van deze Leidraad) van een zware brandstof is groter dan die van een lichtere soort. Omdat de onderhavige motor geschikt is voor het verstoken van verschillende soorten brandstoffen is de brandstofnok verstelbaar gemaakt om bij elke brandstofsoort op het juiste moment te beginnen met inspuiten. De verstelmogelijkheid kan ook worden gebruikt om eventuele slijtage in de aandrijving van de zijas te compenseren.

Om de 'timing' te veranderen, moet eerst de omkastings van de brandstofpompaandrijving worden verwijderd, de splitpennen uit de kroonmoeren op de draadeinden E worden verwijderd en de conische centreerpen L uit de nokschijf worden genomen. Deze centreerpen is na een geslaagde beproeving met één bepaalde brandstofsoort, vanwege de fabrikant aangebracht en biedt de mogelijkheid om na reparaties aan deze brandstofpomp aandrijving, de nokschijf op exact dezelfde plaats weer aan te brengen. Als de brandstofsoort lichter is dan waarmee de motor is afgesteld of de verbranding verloopt te luid, dan moet de inspuiting later beginnen en de nok iets rechtsom worden verdraaid. Bij een zwaardere brandstof moet de inspuiting eerder beginnen en de nokschijf linksom worden verdraaid.

Er wordt op gewezen dat een kleine verdraaiing van de nokschijf A een groot verschil maakt voor het moment dat de brandstof wordt ingespoten. De fabrikant geeft hiervoor aan dat een verdraaiing van 1 mm van de nokschijf een krukhoekverdraaiing van 2 graden betekent.

Na het verstellen van de nokschijf A staan de gaten voor de centreerpen L in de nokschijf A en nokhouder C scheef tegenover elkaar en moeten deze worden opgeboord en geruimd met een tapse ruimer. Het gat moet vervolgens worden voorzien van een nieuwe, iets dikkere centreerpen.



Afstellen van de brandstofpomp-nok

A	Nokschijf	G	Zijas	A	Vulling krukpenlager
B	Nok-inzetstuk	H	Inlegspie	B	Nok-inzetstuk
C	Nokhouder	J	Deuvel	J	Deuvel
D	Nokrol	K	Dwarsspie		
E	Draadeinden en kroonmoeren	L	Centreerpen		
F	Lagerbus (brons)				

Als het niet mogelijk is na het afstellen van de nok om de centreerpen opnieuw te gebruiken, dan moet achter één van de draadeinden E een uit twee delen bestaande vulling geplaatst worden. Een en ander zoals in de vorige tekening bij 'packing pieces' is aangegeven. De betreffende vullingen moeten -na het opmeten van de ruimte tussen het draadeind en de ene kant van het slobgatchinaal worden voorbewerkt en verder door middel van vijlen nauwkeurig worden pasgemaakt. Na de afstelwerkzaamheden moeten de moeren worden voorzien van nieuwe splitpenen.

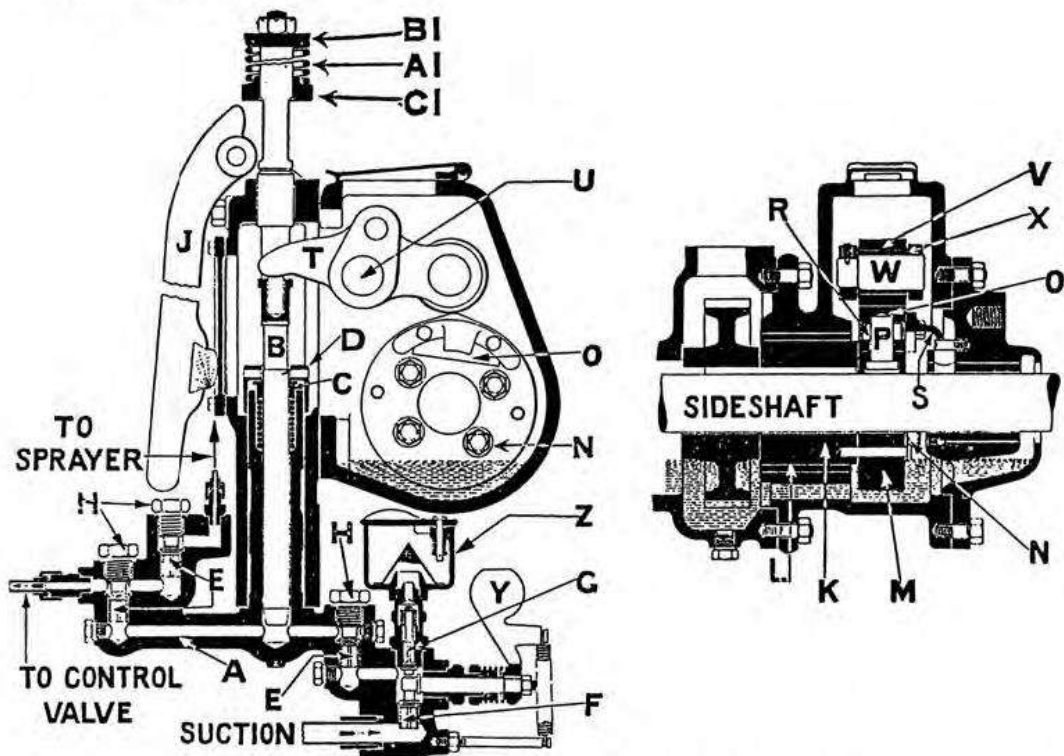
De nok voor de brandstofpomp kan uit de nokschijf worden genomen door de dwarsspie K te verwijderen. Aanbevolen wordt om dit alleen te doen als hiervoor een gegronde reden is.

2.2.4.12 Brandstofpomp

De figuur op de volgende bladzijde geeft de inrichting van de brandstofpomp weer. De neergaande beweging van de plunjer, oftewel de persslag van deze pomp, wordt ontleend aan het hefboom-mechanisme T en de met een inlegspie op de zijas bevestigde (brandstof) nok. De spiraalveer AI die met de veerbrug op het motorgestel steunt, zorgt telkens voor de opgaande beweging oftewel de zuigslag.

Voor het ontluchten van het brandstofsysteem en het beproeven van de goede werking van de verstuiver is de brandstofpomp voorzien van een speciaal groot handel waarmee handmatig de pompwerking kan worden bewerkstelligd. In de paragraaf over het in werking stellen van de motor wordt nader ingegaan op het gebruik van deze motoruitrusting

OIL PUMP.



Doorsnede brandstofpomp en nokaandrijving

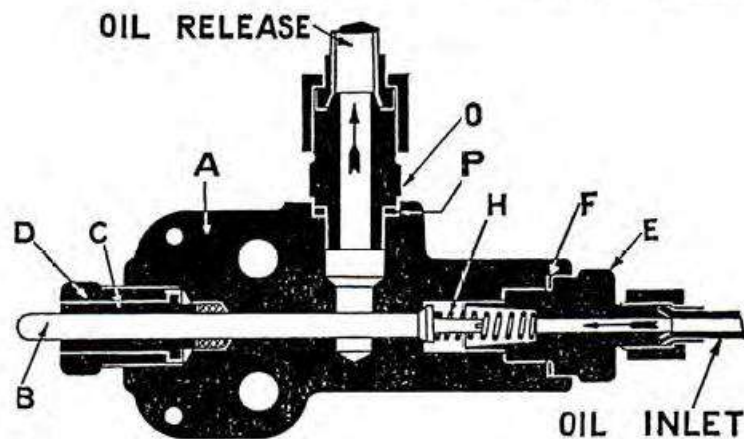
A	Pomphuis	L	Lagerbus	W	Pen (t.b.v. hefboomrol)
B	Plunjer	M	Nokschiif	X	Borgring
C	Plunjer gland (afdichting)	N	Bouten en moeren	Y	Handel
D	Gland moer	O	Nok inzetstuk	Z	Brandstofbeker
E	Zuig- en perskleppen	P	Deuvel (t.b.v. inzetstuk)	Al	Spiraalveer
F	Zuigklep (dieselolie)	R	Dwarsspie (t.b.v. inzetstuk)	Bl	Veerschotel
G	Zuigklep (opstart brandstof)	S	Olievanger	Cl	Veerschotelbrug
H	Afsluitdop	T	Hefboom		
J	Zwengel (t.b.v. voerpompen)	U	Scharnierpen klephefboom		
K	Bus (t.b.v. bevestigen nokschiif)	V	Hefboomrol		

Omdat de motor geschikt is voor het verstoken van zwaardere soorten motorbrandstof is deze voorzien van een beker die kan worden gevuld met een hoeveelheid makkelijk ontstekende motorbrandstof. De inhoud van de beker is voldoende om de motor voldoende warm te laten draaien en met behulp van de -in het uitlaatsysteem geplaatste- warmtewisselaar de zwaardere brandstof zo ver te verwarmen dat ze voldoende dun vloeibaar c.q. verstuifbaar is.

In de huidige situatie wordt een lichte soort dieselolie verstoekt en wordt geen gebruik gemaakt van deze voorziening.

2.2.4.13 Brandstofregelklep

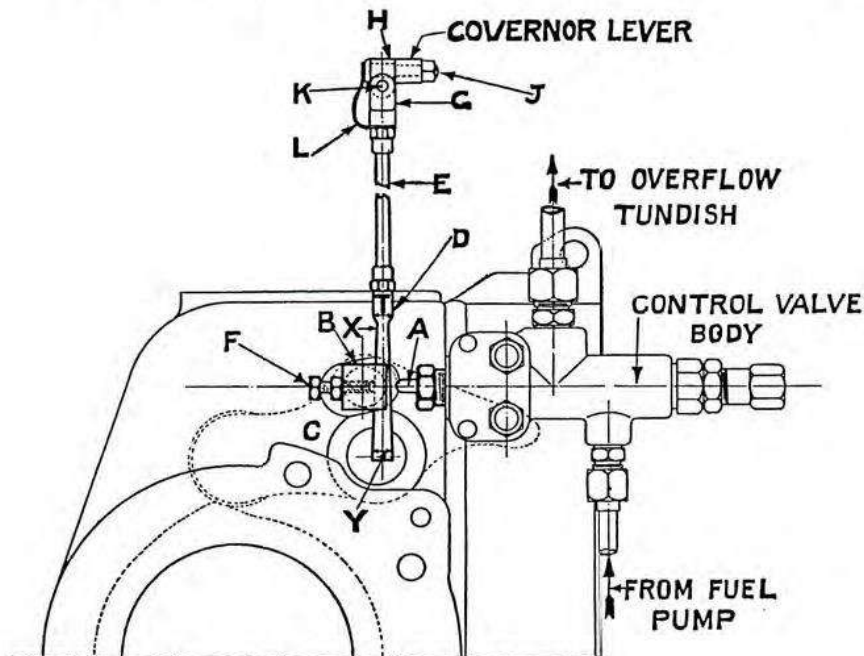
Het vermogen dat de motor afgeeft bij een bepaald toerental wordt geregeld door de ingespoten hoeveelheid brandstof. Hierbij wordt de in Deel IV behandelde eindregeling toegepast. Dit betekent dat de effectieve plunjerslag van de brandstofpomp langer of korter duurt door de druk in de leiding naar de verstuiver vroeger of later weg te laten vallen. Dit gebeurt met de hieronder afgebeelde regelklep.



Regelklep

A	Klephuis	F	Volgring
B	klepsteel	H	Klepveer
C	Gland (Pakkingbus)	P	Volgring
D	Gland moer	O	Pijpconnector
E	Schroefdop		

De klepveer H, maar ook de onder hoge druk staande brandstof, drukt de klep stevig op haar zitting en voorkomt dat er brandstof weglekt. Echter, zodra de klepsteel B wordt ingedrukt, valt deze druk spontaan weg en houdt de inspuiting van brandstof op. De door de brandstofpompplunjer nageleverde brandstof wordt via de ontlastleiding naar de hoog geplaatste retourtrechter aan de voorkant van de motor gevoerd.



Werking regelmechanisme (toerental/vermogen)

A	Klep spindel (regelklep)	H	Oog (kruiskoppeling)
B	Meenemer	J	Reguleur hefboom
C	Klephefboom (brandstofpomp)	K	Scharnierpen
D	Regelwig	L	Bladveer
E	Regelstang (hangend)	X	Smalste deel regelwig
F	Stelschroef (in meenemer)	Y	Breedste deel regelwig
G	Gaffel (kruiskoppeling)		

In de figuur hierboven is het regelmechanisme in aanzicht afgebeeld en wordt met de daarvoor afgebeelde figuur van de regelklep de werking als volgt nader toegelicht.

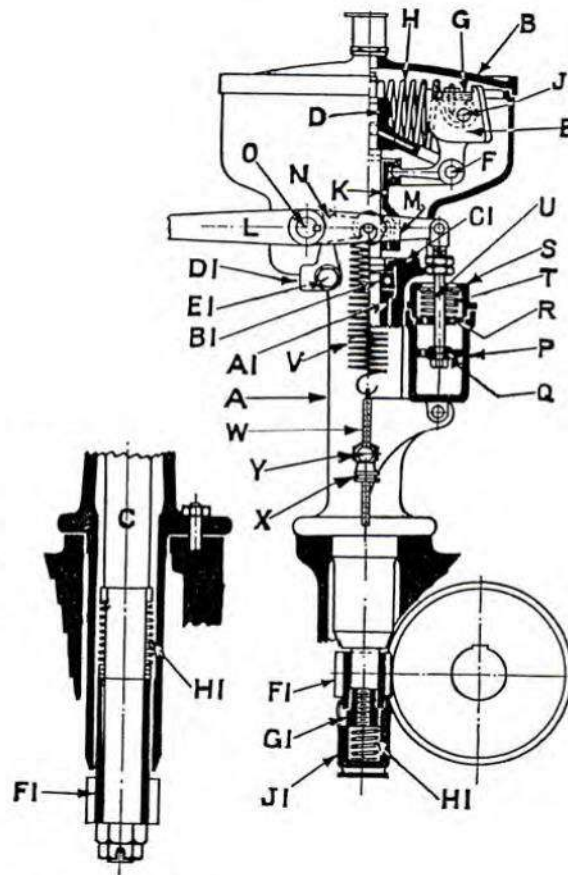
Er wordt bij deze toelichting van uitgegaan dat de brandstofpomp de voor verstuuving benodigde druk levert en de verstuuving begonnen is. De rol van de hefboom bevindt zich op het hellende vlak van de nok en verplaatst niet alleen de plunjer van de pomp, maar ook de zogenaamde meenemer B die met de hefboom verbonden is. Afhankelijk van de stand van de wig D zal vroeger of later de speling tussen de stelbout op de meenemer en die tussen de wig en de klepsteel A van de regelklep verdwijnen en de meenemer de klepsteel tegen de veerdruk achter de klep van de regelklep indrukken. Hierdoor opent de klep en valt spontaan de druk in het brandstofsysteem weg waardoor er geen brandstof meer in de verbrandingsruimte van de motor gespoten wordt.

De grootte van de speling en daarmee het tijdstip waarop de inspuiting eindigt, wordt bepaald door de dikte van de regelwig. Bij X is de wig op zijn smalst en zal er veel brandstof worden ingespoten. Omgekeerd zal als het breedste gedeelte Y voor staat nauwelijks of geen brandstof naar de cilinder worden gevoerd en de motor stoppen.

De regelwig is verbonden met de hefboomarm van de -hierna te behandelen- veerregelaar. De regelaar zorgt er steeds voor dat het juiste deel van de wig voorstaat. Neemt bijvoorbeeld bij een bepaald ingesteld toerental het vermogen toe, dan daalt het toerental en zal de hefboom de wig naar beneden drukken waardoor er meer brandstof wordt ingespoten. Hierdoor wordt er door de motor meer energie geleverd en neemt het toerental weer toe. Op het moment dat de belasting wegvalt, bijvoorbeeld omdat het vacuüm van de bemalingspomp wordt verbroken, zal het toerental toenemen en moet de wig door de regelaar omhoog getrokken worden zodat het bredere deel van de wig voor komt te liggen. Dit betekent dat voor één en hetzelfde toerental de wig door de regelaar in een stand wordt gebracht die bij het op dat moment gevraagde vermogen behoort.

2.2.4.14 Regelaar

De dieselmotor van het gemaal De Antagonist is uitgerust met een zogenaamde veerbelaste centrifugaalregelaar. Met behulp van deze regelaar wordt het toerental en het geleverde vermogen geregeld.



Principewerking reguleteur

A	Reguleteurhuis	N	Dubbele hefboom	AI	Glijbus
B	Deksel	O	Scharnierpen hefboom	BI	Taatslager-drukkring
C	Aandrijfas	P	Dempercilinder	CI	Drukplaat
D	Gewichtdrager	Q	Demperzuiger	DI	Startnok
E	Gewicht	R	Demperplaat	EI	Startnok-scharnierpen
F	Scharnierpen hefboom	S	Deksel	FI	Schroefwiel
G	Afstelringen gewicht	T	Schroefveer (druk)	GI	Borgmoer
H	Schroefveer (trek)	U	Zuigerstang	HI	Schroefveer
J	Veerpen	V	Schroefveer (trek)	JI	Veerhouder
K	Glijbus	W	Trekstang		
L	Hefboom	X	Stelmoer		
M	Clip	Y	Steun		

De werking van deze reguleur wordt als volgt verklaard.

Als het toerental van de motor toeneemt, bijvoorbeeld omdat de belasting afneemt, dan worden de gewichten E door de centrifugaalkracht (verder) naar buiten verplaatst en beweegt de glijbus K met de meenemer M naar boven. Als gevolg hiervan wordt de hefboom L om zijn scharnierpunt verdraaid en wordt het inspuiten eerder afgebroken en dus minder brandstof in de cilinder gespoten en zal het motortoerental afnemen. Het omgekeerde gebeurt als bijvoorbeeld het motortoerental afneemt als bijvoorbeeld de belasting toeneemt. Dit wordt hierna verder uitgelegd.



Verstelinrichting reguleur

Hierboven is een foto afgebeeld van de inrichting waarmee het toerental c.q. het afgegeven vermogen van de Crossley motor van het gemaal De Antagonist wordt geregeld. In afwijking van de reguleur in de tekening wordt hier het toerental geregeld met een schroefspindel die met een leibaan aan de hefboom van de reguleur is bevestigd en niet met de stelmoer X, zoals in de tekening. Door de schroefspindel met het daarop bevestigde handwiel te verdraaien, verplaatst zich de daaraan bevestigde moer en wordt de trekveer meer of minder gespannen en verandert het toerental van de motor. Hierbij geldt dat hoe strakker de veer gespannen wordt, hoe hoger het toerental van de motor wordt.

Van de regelbaarheid van het toerental wordt hoofdzakelijk gebruikt gemaakt bij het in- en uitbedrijfstellen van de bemalingsinstallatie. Door de motor op een lager toerental in te stellen, warmt deze bij het inbedrijfstellen geleidelijk op en koelt deze langzaam af voor deze tot stilstand wordt gebracht. Dit is gunstig voor de optredende materiaalspanningen in de motordelen.

In het verleden werd van de toerenregeling ook gebruik gemaakt om het debiet van de pomp af te laten nemen aan het einde van een maalsessie, zodat ook het water achter uit de polder de gelegenheid kreeg toe te stromen voordat de pomp gestopt werd.

2.2.4.15 Oliedemper

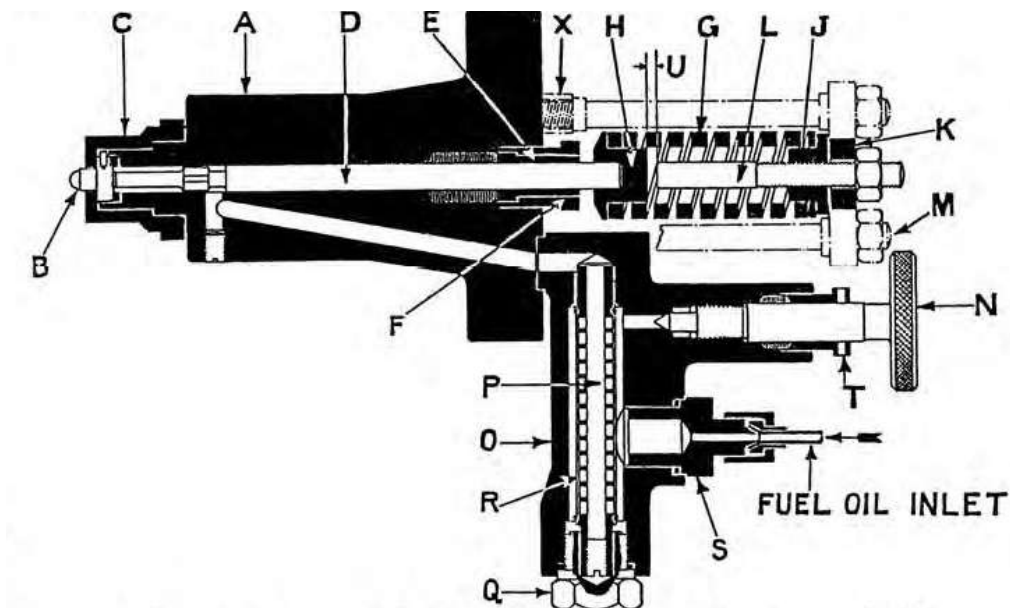
De hefboom van de reguleur is verbonden met een oliedemper om de beweging hiervan bij -vooral grote- variaties in de belasting geleidelijk te laten verlopen. De betreffende demper -zowel in de doorsnede tekening van de reguleur als in aanzicht op de foto van het regelmechanisme op de bladzijden hiervoor- bestaat uit een met olie gevulde cilinder met daarin een doorboorde zuiger. Als de zuigerstang, en daarmee dus ook de zuiger, wordt bewogen, dan stroomt er olie via de kleine gaten in de zuiger van de ene naar de andere kant. De snelheid waarmee dat gebeurt, is afhankelijk van de kracht op de zuigerstang, de viscositeit van de olie en de grootte van de gaatjes in de zuiger. Het resultaat is dat de regelklep van de brandstofpomp geleidelijk wordt versteld en daarmee ook het toerental en het af te geven vermogen.

De schroefveer T in het bovenste deel van de demper is om te voorkomen dat de motor te snel optrekt bij kortstondige overbelasting. De veer wordt op dat moment ingedrukt door de hiervoor op de zuigerstang aangebrachte stelmoeren.

De demper moet worden gevuld met een mengsel van dun vloeibare minerale smeerolie en dieselolie. Dit mengsel moet op gezette tijden worden vervangen. Om de demper te vullen, moet deze gedemonteerd worden waarna het deksel S moet worden losgeschroefd en de zuiger uit de cilinder worden getrokken. Hierna vullen we de cilinder voor een deel met bovengenoemd oliemengsel waarna de zuiger wordt aangebracht en tot op de bodem van de cilinder wordt geduwd om te voorkomen dat er lucht onder de zuiger achterblijft. Ingesloten lucht beïnvloedt namelijk de goede werking van de demper nadelig. Daarna wordt de rest van de cilinder afgetopt. Als er bij het terugplaatsen van het deksel olie vrijkomt, dan is de cilinder goed gevuld. Hierna moet de veerruimte met zoveel mogelijk olie verder worden afgevuld, zodat geen lucht langs de zuigerstang in de cilinder kan komen en de demper worden teruggeplaatst.

2.2.4.16 Brandstofklep of verstuiver

De Crossley motor van het gemaal De Antagonist is uitgerust met drukverstuiving -de tegenhanger van luchtverstuiving- waarbij de uiteindelijke verstuiving plaatsvindt door de brandstof door een aantal onder hoge druk door kleine gaatjes in de verbrandingsruimte te persen. In Deel IV van deze Leidraad wordt de werking van drukverstuiving nader uitgelegd.



Doorsnede verstuiver

A	Verstuiverhuis	H	Veerschotel	P	Filter
B	Verstuivertip	J	Veerschotel	Q	Filterelement
C	Schroefdop	K	Brugstuk	R	Filtergaas
D	Verstuivernaald (Brandstofklep)	L	Slagbegrenzer	S	Pijpconnector
E	Gland ring	M	Brugsteunen	T	Gland moer
F	Gland moer	N	Ontluchtingsafsluiter	U	Lichthoogte verstuivernaald
G	Schroefveer	O	Filterhuis	X	Afstandbus voor veerbrug

De brandstof die naar de verstuivertip B wordt gevoerd, passeert eerst het brandstoffilter P. Dit gaasfilter voorkomt dat de in de brandstof voorkomende vaste deeltjes de uiterst kleine gaatjes van de verstuiver verstoppen. Op het filterhuis is een ontluchtingsafsluiter N aangesloten waarmee de brandstofleiding vanaf de brandstofpomp kan worden ontluicht. De afvoer van deze afsluiter mondt uit in de retourolietrechtter boven op de motor. Als deze afsluiter tijdens bedrijf wordt geopend, stopt de motor. Dit is ook de manier om de motor te stoppen. In geval van nood kan ook het handel J bij de brandstofpomp omhoog worden gehouden om de motor te stoppen.

Het filterelement kan ten behoeve van het reinigen met behulp van het zeskant onderaan het element uit het filterhuis worden geschroefd.

We reinigen het filter door deze in een bak met dieselolie of petroleum onder te dompelen en met een niet-harende kwast -een radiatorkwast of bokkenpoot- af te borstelen.

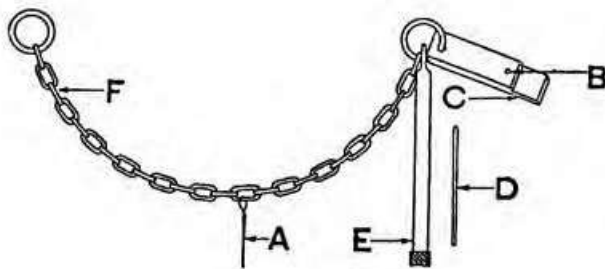
De naaldvormige brandstofklep wordt gesloten gehouden door de schroefveer G en geopend door de door de brandstofpomp ontwikkelde druk van de brandstof in de brandstoftoevoerleiding.

De openingsdruk wordt bepaald door de veerspanning die wordt ingesteld door de afstandbussen onder de twee brugsteunen korter of langer te maken.

Het is niet bekend bij welke druk de brandstofklep moet openen en of in het recente verleden de afstelling is gecontroleerd. Geprobeerd is bij het Ansonmuseum in Engeland de afsteldruk te achterhalen. Helaas ontbreken ook daar deze gegevens. Bij andere vergelijkbare Crossley motoren in Nederland wordt een druk van 98 tot 112 kg/cm² gehanteerd. Het verdient aanbeveling de juiste druk in een proefopstelling met een manometer nader vast te stellen. Hierbij moet een goede verstuuving maatgevend zijn voor de in te stellen druk met de beperking dat de (oude) brandpomp deze druk ook moet kunnen leveren.

Door de brandstofklep te demonteren en vervolgens opnieuw zodanig op de regelklep en brandstofpomp aan te sluiten dat de brandstof in de machinekamer wordt gespoten, kunnen we op een eenvoudige wijze de goede werking van de verstuuiver controleren. We maken hierbij gebruik van het handel J van de brandstofpomp waarmee de plunjer van de brandstofpomp kan worden bewogen en onder druk kan worden gebracht. Het spreekt voor zich dat we bij deze testmethode de verstoven brandstof moeten opvangen in bijvoorbeeld een emmer om te voorkomen dat de machinekamer en de machines en installaties vervuilen. Voor het nauwkeurig afstellen van de verstuuiver zijn we aangewezen op een eventueel zelf te maken testinrichting of de hulp in te roepen van een gespecialiseerd bedrijf.

De lichthoogte van de brandstofklep wordt beperkt door een slagbegrenzer waarvan we de stift met behulp van een schroefdraadverbinding de opening X kunnen verstellen. Met deze begrenzer wordt voorkomen dat de veer te ver wordt ingedrukt en het te lang duurt voordat de klep sluit aan het eind van de inspuiting. De opening X moet worden afgesteld tussen de 1/32 en 1/16", oftewel tussen de 1 en 2 mm. Deze opening kan worden gecontroleerd met een willekeurige voelmaat of met een van fabriekswege -zie de afbeelding hieronder- bij de motor geleverde voeler C.

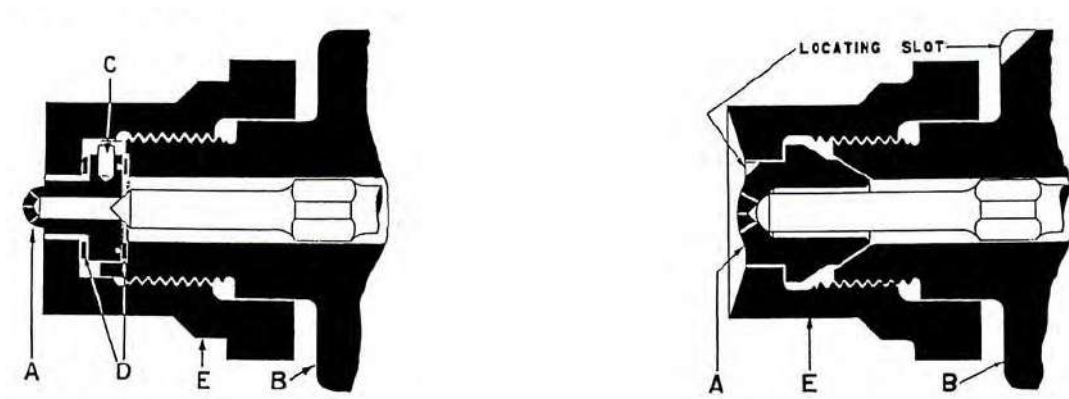


Kalibers ruimer en voeler voor onderhoud van de verstuuiver

A	Penkaliber verstuuivergaatjes	C	Voelmaat slagbegrenzer	E	Voedraal voor ruimers
B	Gatkaliber verstuuivergaatjes	D	Ruimer	F	Ketting

2.2.4.17 Verstuivertip

De verstuivertip is met een wartel aan het verstuiverhuis geschroefd. Vanwege de hoge druk van de brandstof worden hoge eisen gesteld aan de afdichting van dit onderdeel van de verstuiver. Bij de uitvoering in de linker figuur hieronder worden koperen ringen gebruikt. Bij de door de motorfabrikant als verbeterde uitvoering aangegeven verbinding in de rechter figuur worden de conisch bewerkte onderdelen van de verstuivertip en het -huis 'koud' tegen elkaar gedrukt.



Methodes verstuivertipverbinding

A	Verstuivertip	D	Koperen ringen		
B	Verstuiverhuis	E	Wartel		
C	Borgpen (tegen verdraaien)				

Vooralsnog is niet bekend welke van de hiervoor afgebeelde bevestigingsmethodes is toegepast bij de verstuivertip van de dieselmotor van het gemaal De Antagonist. Het vaststellen hiervan is dus punt van aandacht bij de eerstvolgende revisie of inspectie van de motorverstuiver.

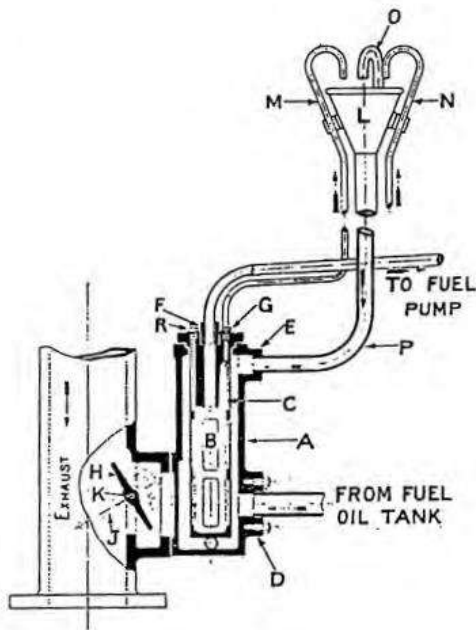
Bij het schoonmaken van de verstuiver moeten de onderdelen zorgvuldig met petroleum of dieselolie worden afgewassen, waarbij de eventueel aangekoekte of verstopte gaatjes in de verstuivertip met een dun ijzerdraadje worden doorgestoken. Bij hardnekkig vastgekoekte koolstof gebruiken we hiervoor één van de in de koperen foedraal E opgeborgen ruimers D. Hierbij draaien we de ruimer tussen duim en wijsvinger het gaatje in waarbij we ervoor zorgen dat er geen metaal wordt verspaand waardoor de gaatjes groter worden en de goede werking van de verstuiving verloren gaat.

Na het schoonmaken wordt de diameter van de afzonderlijke gaatjes gecontroleerd met behulp van het penkaliber A. Het pennetje van dit kaliber moet even makkelijk door het gaatje B gaan als door een van de gaatjes van de verstuivertip.

Merken we dat de gaatjes in de tip als gevolg van (hydraulische) slijtage groter zijn geworden, dan zal dat een minder goede verstuiving tot gevolg hebben en moet de tip vervangen worden.

2.2.4.18 Brandstofwarmtewisselaar

De inrichting voor het verwarmen van de brandstof wordt in de figuur hieronder weergegeven. De inrichting is ook uitgerust met een gaasfilter en een aansluiting voor de retourbrandstof die bij het ontluchten van het brandstofsysteem en de regelklep van de brandstofpomp naar de daarvoor bestemde trechter wordt afgevoerd.



Brandstofoliewarmtewisselaar en gaasfilter



Filter cirkel onder, overlooptrechter cirkel boven

A	Romp warmtewisselaar	J	Handel voor regelklep
B	Filterkorf	K	Regelklep-as
C	Filtergaas	L	Overlooptrechter
D	Pijpfens brandstof toevoer	M	Ontluchtingsleiding brandstoffilter
E	Pijpfens retourbrandstof uit trechter	N	Ontluchtingsleiding van verstuiver
F	Afvoerleiding naar brandstofpomp	O	Retourleiding van regelklep
G	Ontluchtingsleiding filter	P	Retourleiding van overstroomtrechter
H	Regelklep warmtewisselaar	X	Aansluiting voor lichte brandstof

In de huidige situatie wordt als motorbrandstof reguliere dieselolie gebruikt en is de warmtewisselaar uitgeschakeld. In hoeverre in het verleden, bijvoorbeeld in de Tweede Wereldoorlog, gebruik is gemaakt van het kunnen verstoken van zwaardere brandstoffen is niet bekend.

Zwaardere brandstoffen moeten worden verwarmd om de brandstof voldoende dun vloeibaar en daarmee verstuiving mogelijk te maken. In Deel IV van deze Leidraad wordt daar uitvoerig op ingegaan.

De warmtewisselaar A is voorzien van een brandstoffilter dat bestaat uit een met fijn gaas omspannen korf B. Alle naar de brandstofpomp toe te voeren brandstofolie, dus ook de retourolie uit de overlooptrechter, moet dit filter passeren. De vloeistofstroom is door het gaas C van buiten naar binnen. Dat betekent dat de eventuele vuildeeltjes zich aan de buitenkant van het filter ophopen of in de filterruimte bezinken. Het reinigen van het filter is lastig omdat hiervoor eerst de brandstoffoevoer uit het voorraadvat moet worden afgesloten en het systeem moet worden afgetapt. Vervolgens moeten de drie leidingen in het deksel van de warmtewisselaar worden losgenomen en verwijderd voordat de korf uit de warmtewisselaar annex filterhuis kan worden genomen. Niet alleen de korf, maar ook het huis moet hierna grondig worden gereinigd met bijvoorbeeld petroleum of dieselolie. We gebruiken bij het reinigen een stevige niet-harende kwast en niet-pluizende poetsdoeken. Onder geen beding mag hiervoor poetskatoen gebruikt worden.

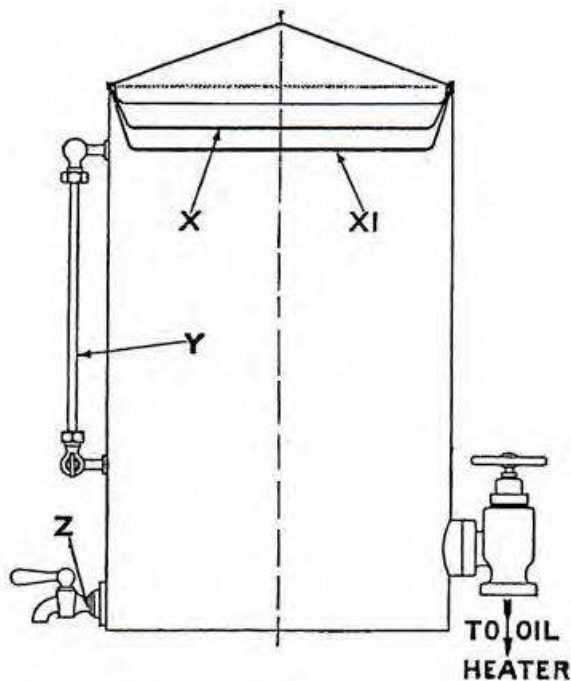
De warmte-uitwisseling vindt plaats door een kleine vlakke stalen wand met aan de ene kant de te verwarmen motorbrandstof en aan de andere kant de hete uitlaatgassen waarvan de temperatuur 290 - 340 °C kan bedragen. Met de regelklep H in de uitlaatgassenleiding wordt een deel van de hete uitlaatgassen langs de hiervoor genoemde wand geleid. We moeten hierbij bedenken dat per uur en bij volle belasting van deze motor slechts 47 kg brandstof verwarmd hoeft te worden van bijvoorbeeld 15 °C naar 110 °C. In de hete uitlaatgassen is een veelvoud van de hiervoor benodigde energie opgeslagen. Bij de bepaling hiervan is uitgegaan van een specifiek brandstofverbruik van 180 gr/epk.h. en een motorvermogen van 260 pk.

2.2.4.19 Overlooptrechter

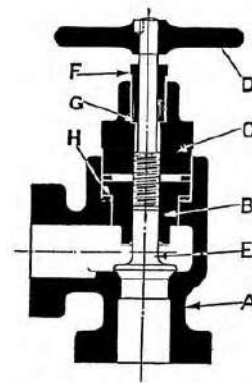
De overlooptrechter is met leiding P aangesloten op de warmtewisselaar. Naar de trechter lopen drie leidingen, te weten: de afvoerleiding van de brandstofpompregelklep, de ontluchtingsleiding van de verstuiver en die van de warmtewisselaar. De bij het ontluchten van de verstuiver en het aan het einde van de persslag van de brandstofpomp via de regelklep af te voeren brandstof wordt naar de trechter afgevoerd en vloeit onder vrij verval naar de warmtewisselaar. De brandstof voor de brandstofpomp wordt onder vrij verval uit de dagtank aangevoerd. Dit betekent dat het laagste niveau in de brandstoftank boven dat van de zuigopening van de plunjer moet liggen. Dit is de reden dat de brandstofdagtank op een verhoging in de machinekamer van het gemaal staat opgesteld. Het hoogste niveau in de dagtank moet als gevolg van het 'open brandstof'-systeem weer ruimschoots onder de bovenkant van de overlooptrechter liggen om te voorkomen dat deze overstroomt.

2.2.4.20 Brandstofdagtank

De brandstofdagtank met een effectieve inhoud van ongeveer 57 gallon (250 liter) is voorzien van een grof en een fijnmazig gaasfilter om te voorkomen dat er vaste verontreinigingen naar de kleine en nauwkeurig afgewerkte brandstofpomp en onderdelen van het regelsysteem worden gevoerd.



Brandstofdagtank



Haakse afsluiter

X	Grove zeef		A	Afsluiter huis
XI	Fijne zeef		B	Spindelgeleiding
Y	Peilglas		C	Schroefdeksel
Z	Aftapkraan		D	Handwiel
			E	Klepspindel
			F	Gland
			G	Gland ring
			H	Verbindingsstuk deksel en spindel geleiding

De cilindervormige dagtank is voorzien van afneembaar deksel waaronder de schaalvormige gaasfilters zijn aangebracht. De tank is om eerder genoemde reden op een gemetselde en betegelde verhoging in de oostzijde van de machinekamer aangebracht. De aanvoerleiding naar de warmtewisselaar van de motor is onderaan tegen het cilindrische gedeelte van de tank voorzien van een haakse afsluiter.

De afsluiter is op ongeveer 30 mm boven tankbodemniveau aangebracht om te voorkomen dat eventueel in de tank aangevoerd water of condensaat naar de brandstofpomp wordt gevoerd. Water in brandstof leidt namelijk tot roestvorming van de nauwkeurig bewerkte onderdelen van onder andere deze pomp in het brandstofsysteem.



Brandstofdagtank (originele uitvoering)

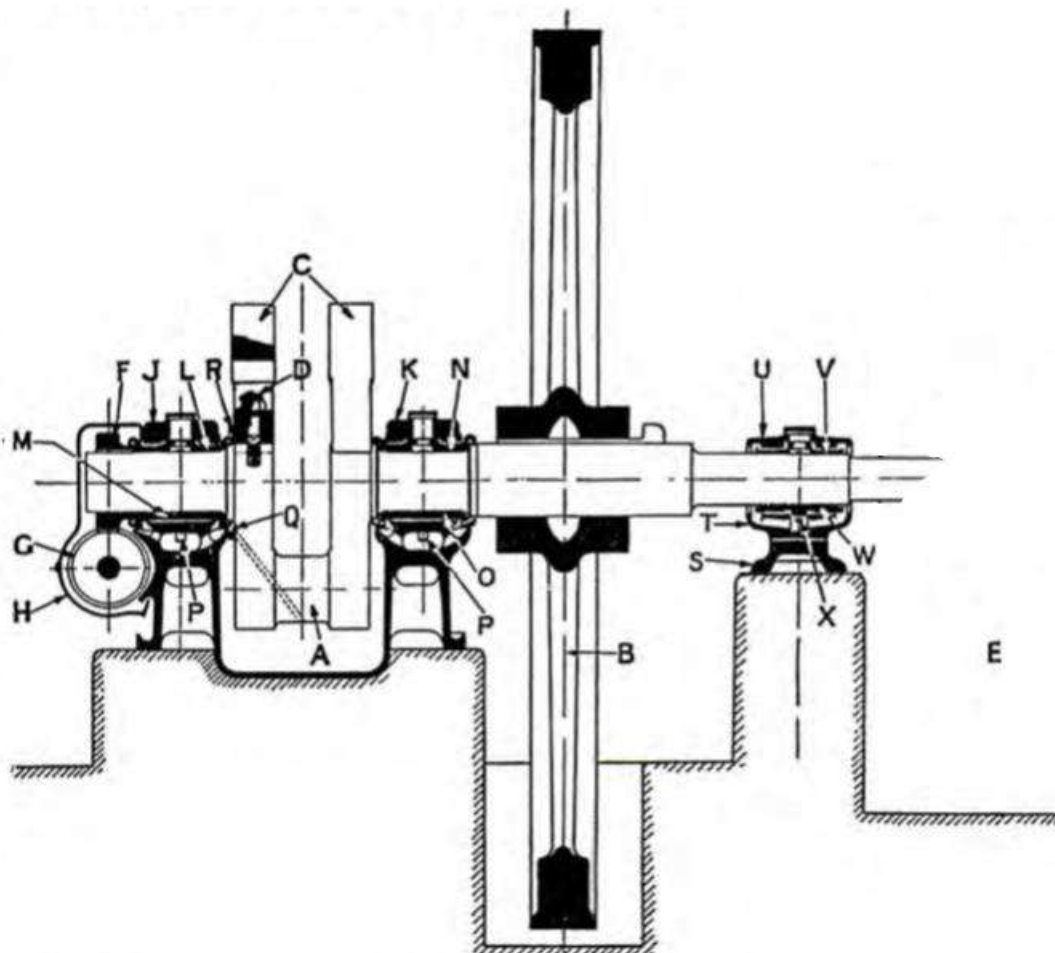
Verder is de tank voorzien van een aftapkraan om eventueel het hiervoor genoemde water af te kunnen tappen. Dit aftappen moet regelmatig gebeuren om te voorkomen dat er ondanks de hoger aangebrachte afvoerleiding van de tank water naar de brandstofpomp wordt gevoerd. Dezelfde kraan kan ook gebruikt worden voor het aftappen van een kleine hoeveelheid brandstof voor schoonmaakdoeleinden of het poetsen van de tranenplaat boven de leidingengoot.

Toen het gemaal nog functioneel was, werd de motorbrandstof opgeslagen in de romp van de oude geklonken stoomketel en van hieruit met behulp van een vast opgestelde vleugelpomp naar de dagtank gevoerd. De effectieve inhoud van de stoomketel/dieselolie opslagtank bedraagt ongeveer 20.000 liter wat genoeg was om het gemaal ruim een jaar te bedienen. De dieselolie in deze opslagtank werd destijds met een tankwagen aangevoerd.

In de huidige situatie is het gemaal alleen bij speciale gelegenheden en ten behoeve van onderhoud in werking en is er op jaarbasis slechts enkele tientallen liters nodig om de dieselmotor te laten draaien. De grote brandstofopslagtank is daarom buiten bedrijf gesteld en de dieselolie wordt in een drum aangevoerd en in de machinekamer met de vleugelpomp rechtstreeks in de dagtank gepompt.

2.2.4.21 Krukas en hoofdaslagers

In de volgende figuur wordt aangegeven hoe de krukas van de motor en de voornaamste lagers zijn samengesteld. Ook kunnen we uit de figuur en de benaming van de onderdelen de manier van smeren afleiden.



Krukas en hoofdlagers

A	Krukas	N	Bovenlagerschaal lagerblok vliegwielzijde
B	Vliegwiel	O	Onderlagerschaal lagerblok vliegwielzijde
C	Contragewichten	P	Olie sleepringen
D	Draadeinden contragewichten	Q	Smeerolie slingergoot boven
E	Aandrijfas (pomp en hulpwerktuigen)	R	Smeerolie slingergoot onder
F	Schroefwiel (drijvend)	S	Voetplaat buitenlagerstoel
G	Schroefwiel (gedreven)	T	Buitenlagerstoel

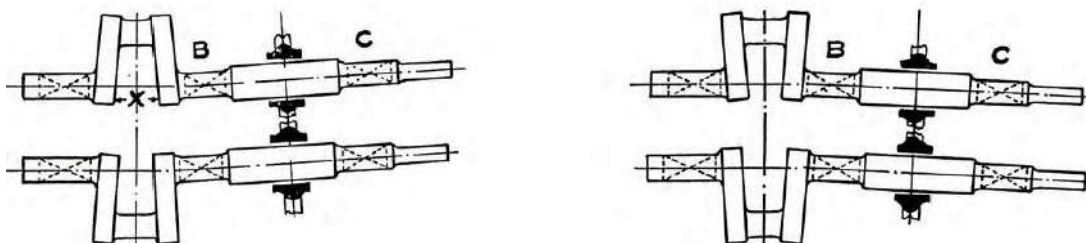
H	Wielkast		U	Buitenlagerblok
J	Hoofdlager blok zijaszijde		V	Bovenlagerschaal
K	Hoofdlager blok vliegwielzijde		W	Onderlagerschaal
L	Bovenlagerschaal lagerblok zijaszijde		X	Olie sleeprijng
M	Onderlagerschaal lagerblok zijaszijde			

Zoals gebruikelijk in de tijd waarin de motor is gemaakt, zijn alle lagers van de verbrandingsmotor uitgevoerd als glijlager met voering.

Het is van groot belang dat de drie lagers van de motoras goed zijn uitgelijnd en dat deze uitlijning in stand wordt gehouden door deze op gezette tijden te controleren door de krukas te kloppen. Afwijkingen in de uitlijning ontstaan door (ongelijkmatige) slijtage van de hoofdlagers, maar ook door verzakking of het zetten van de fundatie waar het buitenlager C van de machine is opgelegd.

De motorfundatie is waarschijnlijk op die van de oude stoommachine geplaatst. Vooralsnog is niet bekend hoe deze oude fundatie is samengesteld en voor het plaatsen van de verbrandingsmotor is aangepast. Het is van belang hierna onderzoek te doen.

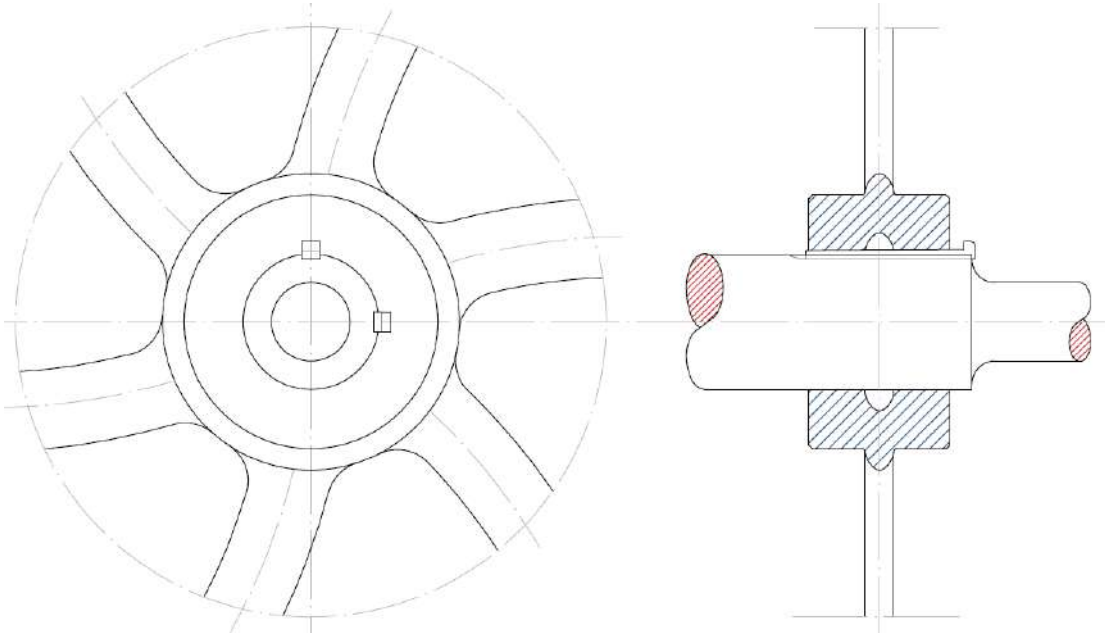
Met de volgende figuur wordt op een overdreven wijze de betekenis van een haperende uitlijning van de motoras geïllustreerd. Het is niet moeilijk voor te stellen dat een substantiële afwijking in de uitlijning uiteindelijk leidt tot breuk van de krukas.



Tijdens bedrijf zal lagerschade zich openbaren door het warmer worden van de onderzijde van het betreffende lagerblok. Lagerschade is meestal een gevolg van een haperende smering.

In Deel IV van deze Leidraad wordt uitvoerig beschreven hoe de krukas geklokt oftewel de deflectie van de krukwingen gemeten moet worden. Afgeleid, door middel van interpolatie, van de door de fabrikant voor een aantal motortypes (dus motoren met verschillende krukstralen) bedraagt de maximale deflectie voor deze motor 0,118 mm, oftewel iets minder dan 5/1000 van een inch.

Bij de twee hiervoor geschetste uitlijnsituaties staat in de linker figuur het eindlager C te hoog en bij de rechterfiguur te laag. Dit betekent dat de deflectie X in het ene geval positief en in het andere geval negatief is.

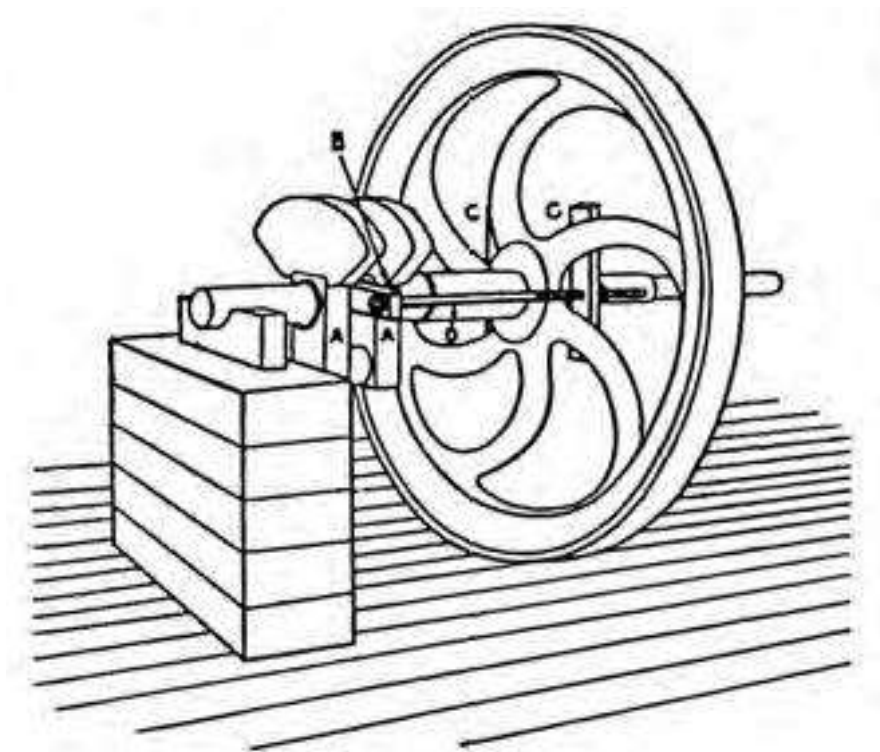


Spieverbinding van vliegwiel op de krukas

2.2.4.22 Vliegwiel

Het vliegwiel van de motor bestaat uit een enkel gietstuk dat met twee zogenaamde kopspieën op een verdikt gedeelte van de krukas is vastgemaakt. Het gat in de wielnaaf en de as zijn daartoe nauwkeurig pas gemaakt (schuifpassing) waarna het wiel met een soort pulleytrekker (zie de volgende afbeelding) in de juiste positie op de as is gebracht. Hierna worden de spieën in de hiervoor in de as en naaf gemaakte spiebanen geslagen. Dit moet met beleid gebeuren omdat anders de wigvormig spie (1:100) de naaf breekt.

Bij een eventuele demontage van het vliegwiel wordt in de omgekeerde volgorde gewerkt, waarbij de trekrichting niet tegen de krukwang maar tegen het vrije aseind van de motoras wordt gelegd. In beide gevallen moet het zware wiel met behulp van een strop in een takel worden opgehangen. Het demonteren van de spieën gebeurt met een spie die tussen de vlakke kant van de naaf en de kop van de spie wordt geslagen. Door de spie voor het verwijderen iets aan te slaan -laten schrikken- zal deze makkelijker te verwijderen zijn.



Opstelling van vliegwiel bij montage

A	Krukwang		C	Volgplaat (2 stuks)
B	Trekbeugel		D	Draadstang met moer (2 stuks)

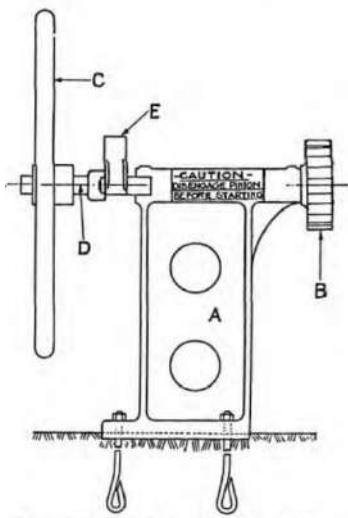
Omdat het vliegwiel uit één stuk gegoten is en er mede vanwege de grote diameter daardoor grote krimpspanningen kunnen ontstaan, is de naaf niet met rechte, maar met waaivormige spaken met de velg verbonden.

Aan de velg zijn tanden gegoten waarmee -met behulp van de op de volgende bladzijde afgebeelde inrichting- de kruk en daarmee de zuiger in de gewenste positie kan worden getornd. De handtorninrichting is direct naast het vliegwiel opgesteld en wel zodanig dat de steekcirkel van het rondsel B ingrijpt op die van de tandkrans van het vliegwiel.

Voor het in werking stellen moeten we de verschuifbare as D ontgrendelen door de grendel over te halen en de as met het tandwiel in de tandkrans van het vliegwiel te duwen. De grendel voorkomt dat tijdens bedrijf het rondsel door de tanden op de velg van het vliegwiel wordt meegenomen en met hoge snelheid wordt rondgedraaid en explodeert. In het Engels weliswaar staat daarom op de zijkant van de inrichting aangegeven dat de torninrichting voor het starten moet worden ontgrendeld: 'disengage pinion before starting'.

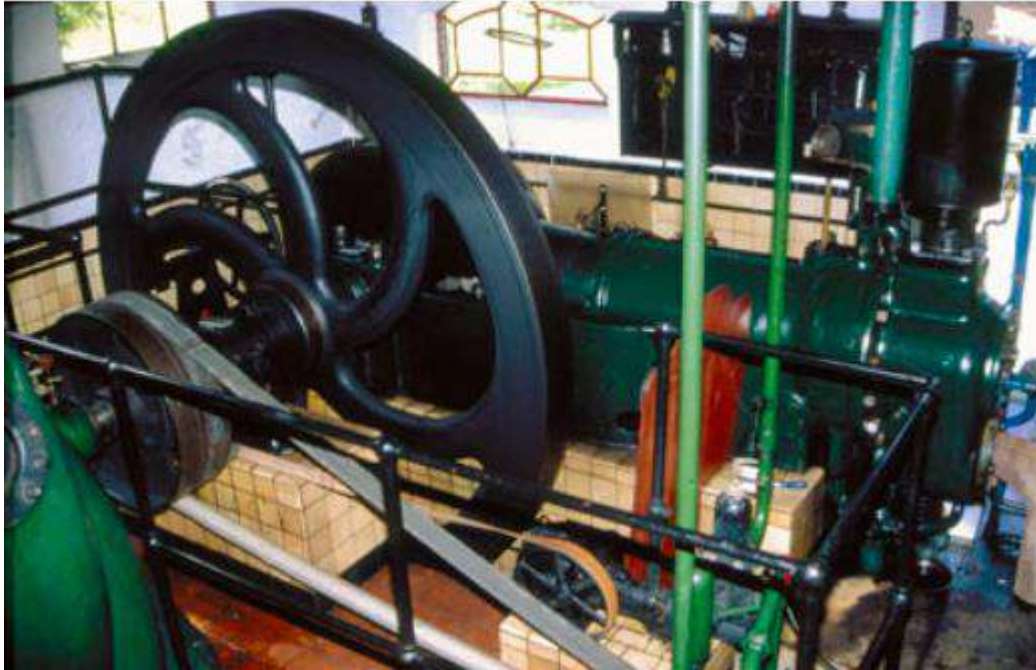
De afmeting van het handwiel en de enkelvoudige tandwieloverbrenging maken het mogelijk dat een volwassen persoon zonder al te grote krachtspanning de motoras en de daarmee verbonden machineonderdelen kan bewegen.

In principe maakt het niet uit of we het vliegwiel rechtsom of linksom verdraaien. In de praktijk echter kiezen we meestal de draairichting van de motor, oftewel rechtsom kijkend van de bedieningszijde in de richting van het vliegwiel. Bij de controle van de afstelling van nokken, zoals bijvoorbeeld die van de brandstofpomp, moeten we de kruk in draairichting tornen om de door slijtage op de tanden van de schroefwielen speling te elimineren.



Handtorninrichting

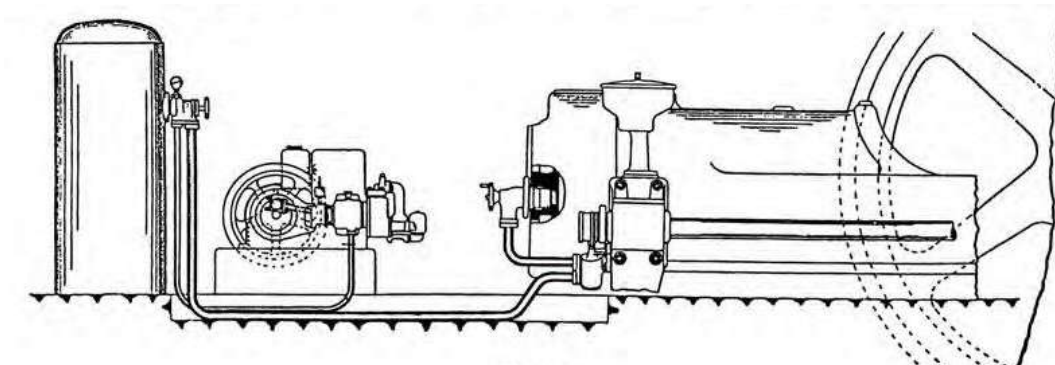
A	Stoel		D	As
B	Rondsel		E	Grendel
C	Handwiel			



Vliegwiel van de hoofdmotor

2.2.5 Startluchtsysteem

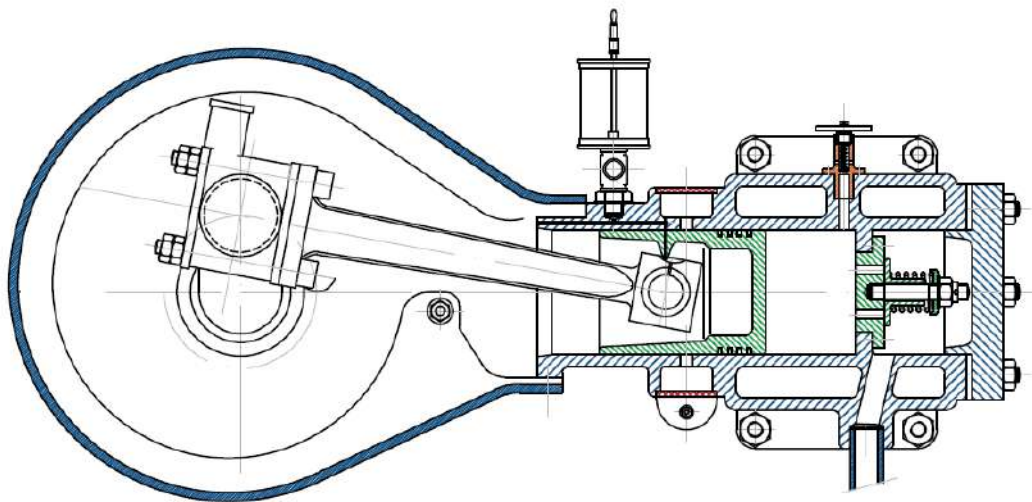
De hoofdmotor van het gemaal De Antagonist wordt met gecombineerde lucht gestart. Het systeem hiervoor bestaat op hoofdlijnen uit een kleine verbrandingsmotor met een aan de motoras gekoppelde ééntraps zuigercompressor die voor de samenpersen van de startlucht zorgt. De tot een druk van maximaal 16 kg/cm² samengeperste lucht wordt opgeslagen in een geklonken voorraadvat met een inhoud van 675 liter. Deze inhoud is onder normale omstandigheden voldoende voor minimaal vier startpogingen van de hoofdmotor. Het uiteindelijk starten van de motor vindt plaats met behulp van een door de decompressienok bediende klep en de handbediende startafsluiter in het front van de motor. Het prinscipeschema op de volgende bladzijde geeft de volgorde weer van de wijze waarop de genoemde onderdelen met elkaar zijn verbonden.



Principeschema originele startluchtsysteem

2.2.5.1 Compressor aangedreven door verbrandingsmotor

Hieronder is de principetekening van de startluchtcompressor afgebeeld. Deze zuigercompressor is aan de rechterzijde van de motor gemonteerd en wordt aangedreven met een aan de motoras gekoppelde, enkele, kruk. De lucht wordt via poorten in de cilinder aangevoerd en na het comprimeren door een veerbelaste klep afgevoerd naar de compressieruimte aan de voorkant van de cilinder. Deze ruimte is met een stalen leiding verbonden met het startluchtvat.



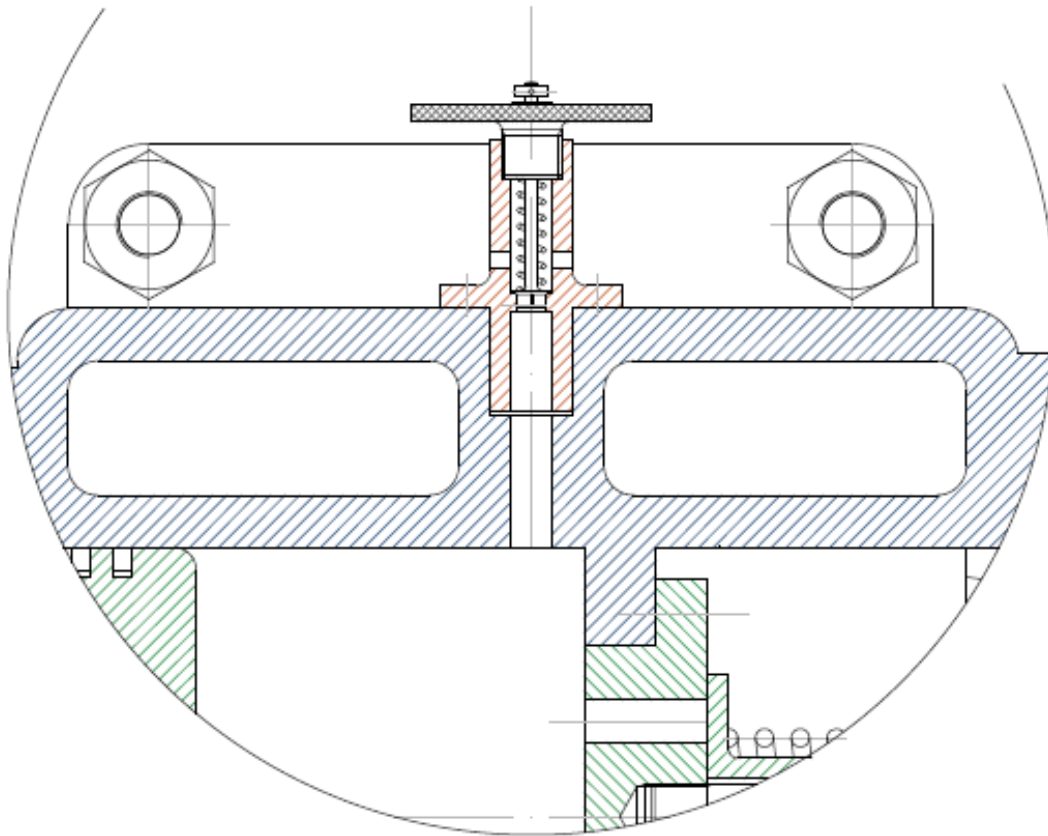
Principetekening van de compressor (reconstructie)

Zowel de cilinder als de compressieruimte is voorzien van een omhulling waarmee de koelwater ruimte wordt gevormd. Deze ruimte is aangesloten op het (open) koelwatersysteem van de motor. Op deze manier wordt een deel van de bij de compressie van de lucht ontstane warmte afgevoerd. Verdere afkoeling van de gecomprimeerde lucht vindt plaats in het leidingsysteem en het luchtvat. In dit vat vindt ook de condensatie van de met de lucht aangezogen waterdamp plaats, wat betekent dat dit vat met grote regelmaat met de daarvoor aangebrachte voorziening moet worden afgetapt.

Om te voorkomen dat er stof of andere vaste delen door de compressor worden aangezogen, is deze voorzien van een gaasfilter. Dit filter, in de vorm van een klemband, moet met enige regelmaat worden gereinigd in bij voorbeeld petroleum. Na het reinigen moet het filtergaas licht worden ingevet met dunne vloeibare smeeroilie.

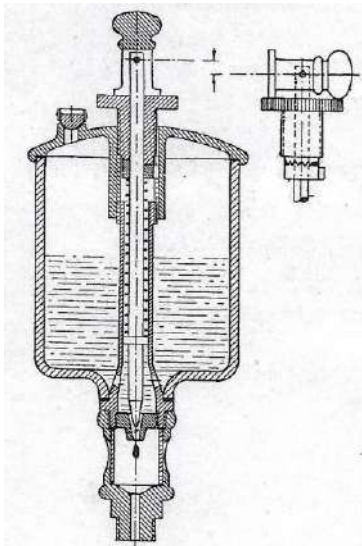
De aandrijfmotor wordt met de hand gestart. Hiervoor is een tamelijk grote krachtinspanning nodig. Om deze inspanning van de machinist tot een minimum te beperken, wordt tijdens het in werking stellen van de motor de ontlastklep van de compressor gelicht.

Het lichten van deze klep bewerkstelligen we door de in het klephuis aangebrachte schroef zo ver uit te draaien dat deze de op de klepsteel bevestigde ring meeneemt en de klep van haar zitting drukt. De schroef (zie de figuur hieronder) is van een gekarteld handwieletje voorzien om deze makkelijk te kunnen verdraaien.



Detail van de ontlastklep (reconstructie)

Zodra de motor voldoende warm is, draaien we de schroef weer in, waardoor de klep weer op de zitting komt te rusten en de schroefveer weer de juiste spanning krijgt voor de ingestelde afblaasdruk van deze ontlastklep. Gedurende de opstartfase zal de compressor via deze ontlastklep lucht aanzuigen en vervolgens ook weer uitblazen zodat er geen druk op- of afbouw plaatsvindt c.q. de hulpmotor energie hoeft te leveren.

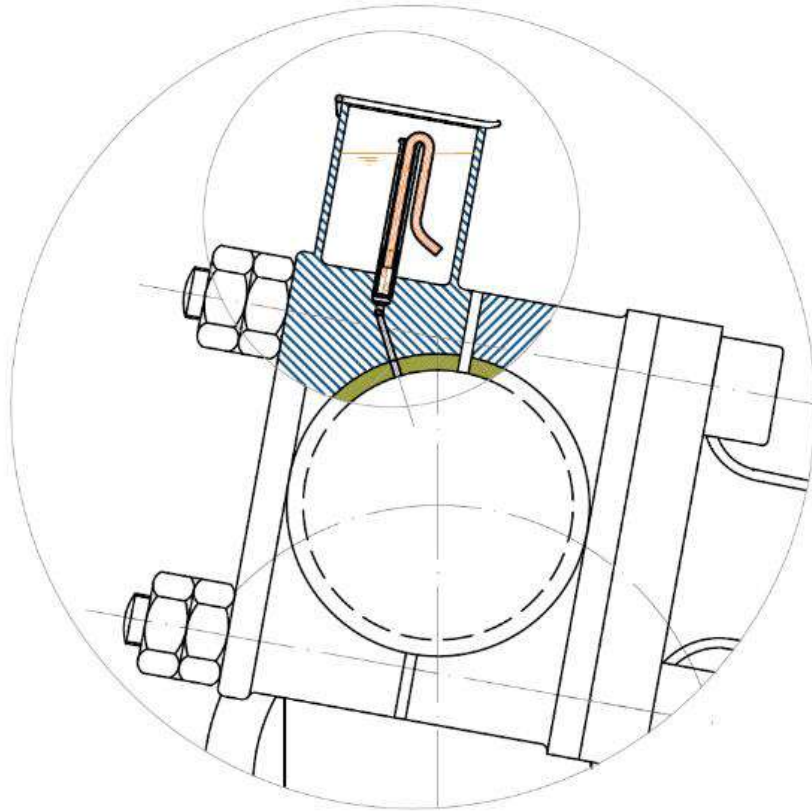


De zuiger en de zuigerpen van de compressor kunnen we smeren met behulp van een oliedruppelaar op de bovenkant van het gestel. De hoeveelheid smeeroilie die naar de zuiger en het zuigerpenlager wordt gevoerd, kunnen we instellen door met behulp van de daarvoor bedoelde veerbelaste naald van de druppelaar de doorlaatopening naar het oliekanal verder te openen of te sluiten. Met dezelfde naald kan met behulp van een hierop gemonteerde hefboompje de kleine doorlaatopening worden afgesloten en kan de smeerpot buiten werking worden gesteld als de motor buiten bedrijf is gesteld.

Olie druppelaar

Voor de smering van de krukpen is aan de grote kop van de drijfstang een oliebakje gemaakt. In dit bakje hangt een katoentje of oliepit die via een hevel het lager, druppelsgewijs, van olie voorziet. Omdat het oliebakje met de drijfstang mee beweegt, kan deze niet tijdens het draaien worden bijgevuld en moet deze voor het in bedrijf stellen van de motor worden gevuld. Voor het eventueel bijvullen moeten we de aandrijfmotor stoppen.

De olievoorraad in het bakje is voldoende groot voor het op druk brengen van het luchtvat, zodat het bijvullen tijdens bedrijf niet hoeft plaats te vinden.



Detail van de oliesmeerpot bij de krukpen van de compressor (reconstructie)

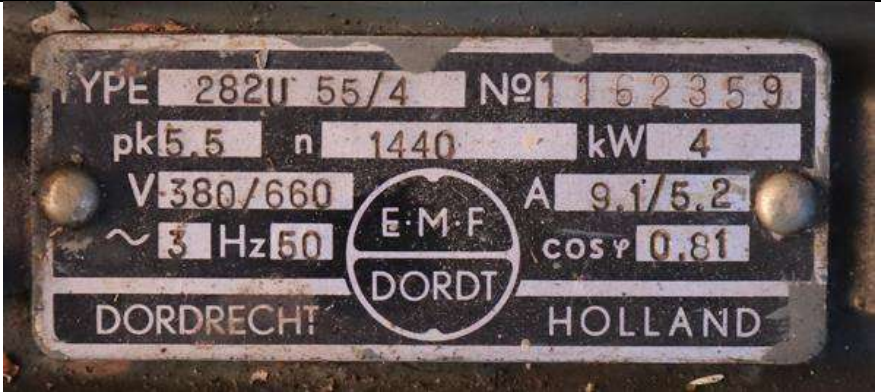
2.2.5.2 Compressor aangedreven door elektromotor

Voor het op druk brengen van het startluchtvat wordt ook gebruik gemaakt van een compressor die door een elektromotor wordt aangedreven. Deze compressor is niet vast opgesteld en is met een hogedrukslang aan de stalen luchttoevoerleiding van het luchtvat gekoppeld.



Elektrisch aangedreven luchtcompressor

Deze compressorinstallatie met een capaciteit van 13 Nm³/h bij 1800 omw/min heeft de volgende specificaties en kenmerken.

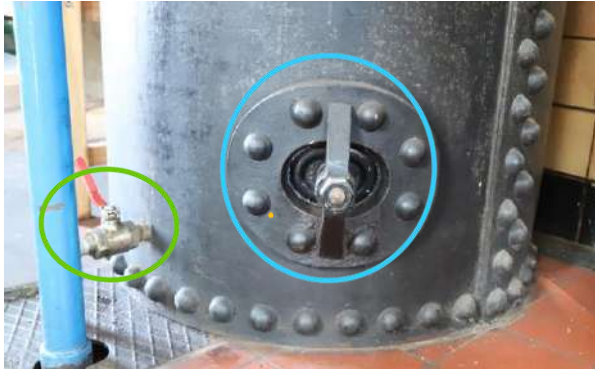
Elektrisch aangedreven compressorinstallatie	
Compressor	
Elektromotor	

Specificaties van de elektrisch aangedreven compressorinstallatie

2.2.5.3 Startluchtvat en appendages

Het startluchtvat bestaat uit een geklonken plaatstalen cilinder met nagenoeg bolle fronten waarvan het front aan de onderzijde van het vat naar binnen is gekeerd. Hierdoor ontstaat een gootje waarin zich het condensaat verzamelt. Het vat staat verticaal opgesteld in de machinekamer tegen de wand van het voormalig ketelhuis.

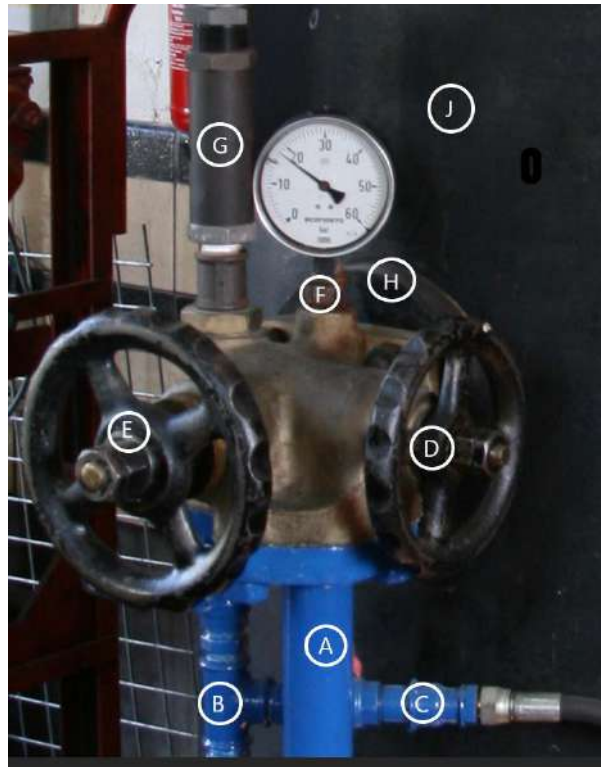
Voor het aftappen van het condensaat is onderaan in de romp van het vat een aansluiting gemaakt voor een aftapkraan. Verder zit onderin de romp van het luchtvat een zogenaamd handgat met deksel. Via dit handgat kunnen we het vat inwendig inspecteren en schoonmaken. Het handgat met deksel (groen omcirkeld) en de condensaat aftapkraan (blauw omcirkeld) zijn in de foto op de volgende bladzijde nader aangegeven. In de romp van het luchtvat is met slagletters de (hijdraulische) testdruk aangegeven



Plaats van de aftapkraan en het handgat met deksel

Testdrukgegevens in de romp van het drukvat

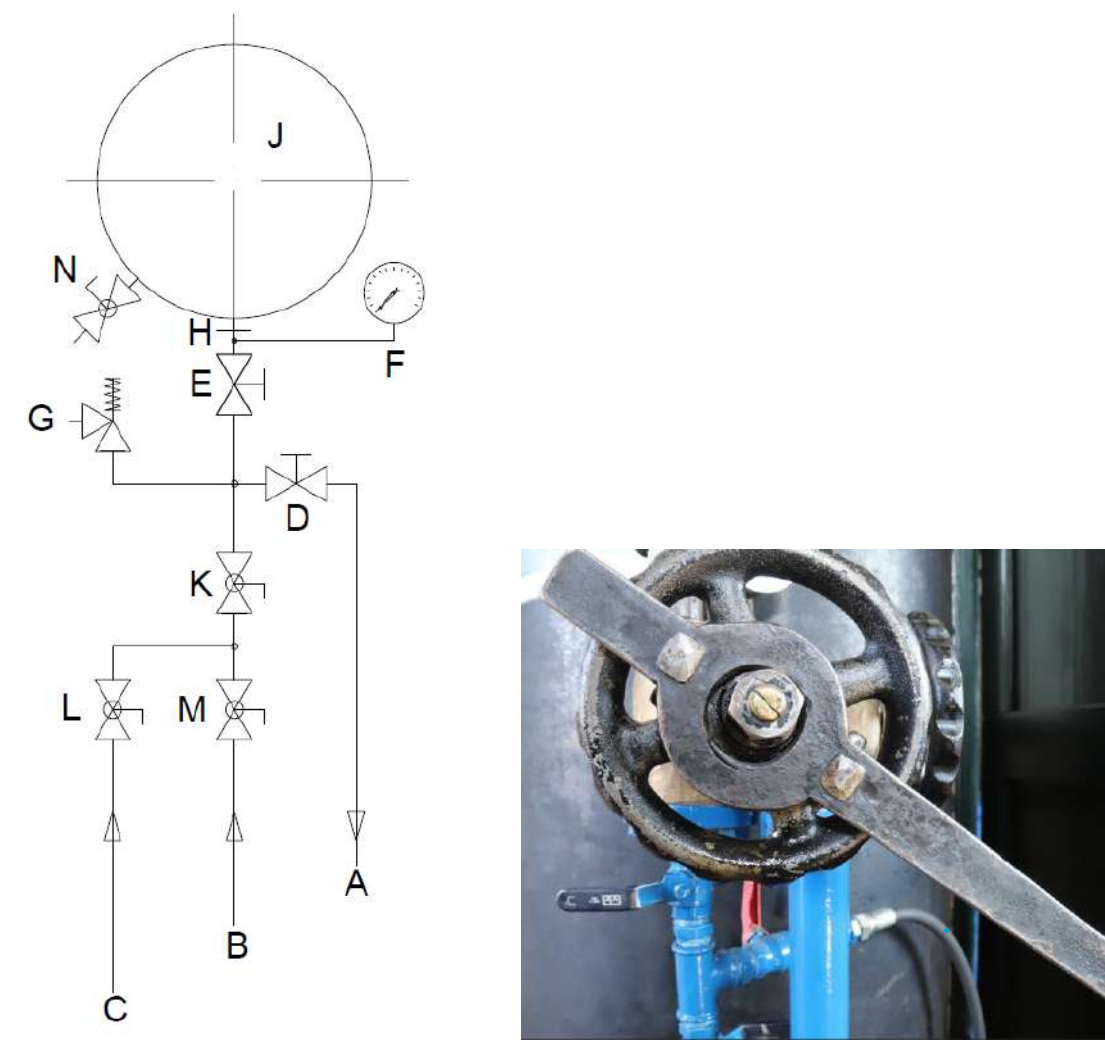
De aansluiting van de manometer en die van de ontlastklep en de afsluiters voor de toe- en afvoer van de startlucht zijn in een zogenaamd 'manifold' ondergebracht. Een en ander zoals hieronder in de rechterfiguur is afgebeeld en in het schema op de volgende bladzijde is aangegeven.



Opstelling startluchtvat en het daaraan bevestigde manifold

A	Startluchtleiding naar motor	H	Flensaansluiting luchtvat
B	Leiding van compressor met verbrandingsmotor	J	Luchtvat
C	Leiding van compressor met elektromotor	K	Kogelkraan (gemeenschappelijk)
D	Afsluiter voor toevoer startlucht naar motor	L	Kogelkraan (pers van e-compr.)
E	Hoofdafsluiter luchtvat	M	Kogelkraan (pers van v-compr.)
F	Manometer en manometeraansluiting	N	Aftap
G	Veiligheid		

Het manifold is met een flens aan de in de romp van het vat geklonken stomp bevestigd. De stomp volgt aan één zijde de ronding van de romp en is aan de andere zijde voorzien van een plat bewerkt vlak, waarop de flens van het manifold goed afdicht. De stomp dient ook voor versterking van de romp rondom het gat hierin.



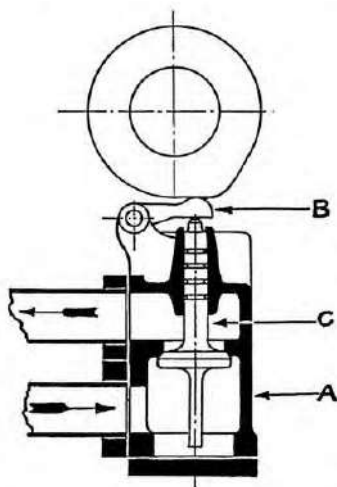
Startlucht schema

De aan deze Leidraad toegevoegde Engelstalige handleiding voor de installatie en bedrijfsvoering van deze motor geeft met de daarin afgebeelde tekening een onjuist beeld van het manifold en de appengages die bij deze installatie zijn toegepast. Ook ontbreken vooralsnog (principe) tekeningen van dit samengestelde onderdeel. Het is daarom raadzaam om in de toekomst de verschillende onderdelen nader te beschrijven en te illustreren.

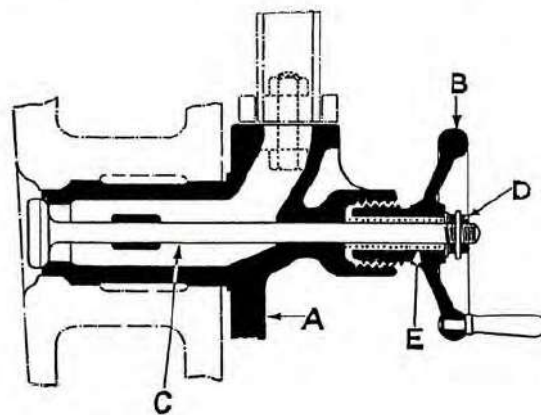
Voor de aanvoer van lucht van deze 'moderne' elektrisch aangedreven luchtcompressor is in 2023 een aansluiting gemaakt op de persleiding naar het luchtvat van de door de verbrandingsmotor aangedreven compressor. Via deze zogenaamde bajonetaansluiting en flexibele leiding (slang) kan het startluchtvat worden gevuld. Op het moment dat we hiertoe overgaan, moet de kraan M gesloten worden en de kranen K, L en de hoofdafsluiter E geopend.

2.2.5.4 Startluchtklep

Hierna wordt de startluchtklep en de bijbehorende nok weergegeven. De klep staat onder normale omstandigheden open, maar sluit zodra startlucht uit het persluchtvat wordt toegelaten. De klep is onder de decompressienok op de zijas, aan de voorkant van de motorconstructie, vastgemaakt. Deze nok beweegt tijdens het inbedrijfstellen eerst de uitlaatklep en vervolgens hefboom B die op haar beurt de klepsteel indrukt waardoor startlucht naar de motor wordt toegelaten. De startlucht wordt over ongeveer 110 krukgraden toegelaten. Met de automatische startafsluiter in het front van de motor wordt de tijdsduur geregeld van het starten. Zodra de motor zelfstandig draait, wordt met deze afsluiter de luchttoevoer naar de verbrandingsruimte van de motor afgesloten en moet de luchtaanvoer afsluiter D op het persluchtvat worden gesloten. Zodra de druk in de aanvoerleiding naar de klep wegvalt, keert deze in de ruststand en verliest de hefboom het contact met de nok. De dubbele functie van de decompressienok -de startlucht doorlaten en decomprimeren- is mogelijk doordat het tastpunt van de uitlaatklephefboom en die van de startluchtklephefboom in de draairichting van de zijas verschoven zijn.



Nokbediende startluchtklep



Handbediende Startluchtafsluiter

A	Nokbediende klep	A	Afsluiter huis
C	Klepspindel	B	Bedieningshandwiel
B	Klephefboom	C	Kraag
		D	Klep
		E	Spiraalveer

De klep C van de automatische startafsluiter opent zodra de druk van de via de startluchtklep aangevoerde perslucht groter is dan die in de verbrandingsruimte.



Handbediende startafsluiter op de motor

De spiraalveer drukt de klep weer dicht als dit niet het geval is bijvoorbeeld omdat de druk in de verbrandingsruimte hoger is of omdat de startluchtklep gesloten is en er dus geen aanvoer is van lucht. Voor de hierboven geschetste situatie moet het handwiel rechtsom worden gedraaid. Als de startluchttoevoer naar de verbrandingsruimte van de motor gestopt moet worden, omdat deze zelfstandig werkt, dan draaien we het handwiel linksom totdat de zitting goed aansluit.

Bij een normale klepafsluiter voor vloeistoffen of gasen sluit deze als we het handwiel rechtsom draaien en omgekeerd. Bij het in bedrijf stellen van de motor moeten we met dit opmerkelijke verschil in bediening goed rekening houden.

2.2.6 Koelwatersysteem

Het koelwatersysteem van de hoofdmotor bestaat uit een zogenaamd thermosifon die het koelwater laat stromen en een hoog vat die met ruime leidingen is aangesloten op de koelwaterruimte van de motor. Via de wanden van het vat wordt de warmte-energie afgevoerd. Het koelvat staat in het oude ketelhuis opgesteld. Hiermee wordt voorkomen dat het water bevriest bij vorst.

Onder bepaalde omstandigheden, bijvoorbeeld langdurig bedrijf, hoge belasting of bij een hoge omgevingstemperatuur, is deze koeling niet toereikend en wordt de riemgedreven koelwaterpomp naast de hoofdmotor ingeschakeld. Deze zuigerpomp pompt relatief koud water uit de zuigkelder onder de machinekamervloer van het gemaal in het koelvat. Het surplus aan (warm) koelwater wordt via een overloop op het koelvat naar deze kelder teruggevoerd. Op deze manier wordt de inlaattemperatuur van het koelwater naar de motor geregeld. De uitlaattemperatuur van het koelwater wordt op ongeveer 50 °C gehouden.

2.2.6.1 Principeschema motorkoelsysteem

In de volgende figuur staat het principeschema van het hier toegepaste open-koelwatersysteem afgebeeld. De drijvende kracht voor het circuleren van het koelwater is het verschil in gewicht van de relatief koude kolom water in het koelvat en de kolom die wordt gevormd door de koelwaterruimte van de motor en de standpijp op de motor die naar het koelvat leidt.

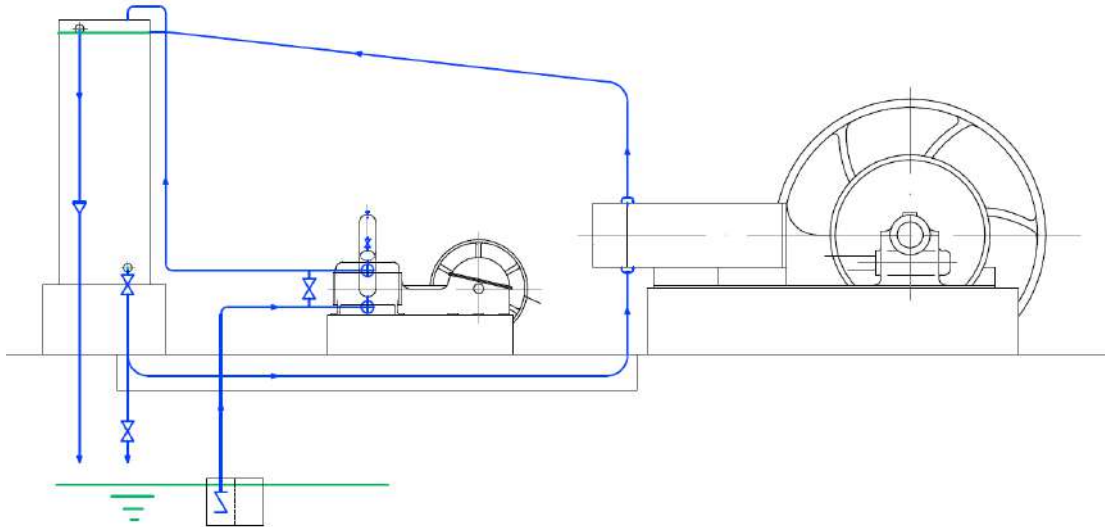
Schema koelwatersysteem

Dit betekent dat hoe groter het gemiddelde temperatuurverschil is, hoe sneller het water zal stromen. Deze kleine drijvende kracht wordt gebruikt om alle hydraulische weerstanden te overwinnen en is de reden dat de leidingen ruim zijn bemeten en er zoveel mogelijk gebruik wordt gemaakt van grote bochtstralen in deze leidingen en afgeronde doortochten in de motor.

De koelwaterpomp wordt met een riem vanaf de machineas van de hoofdmotor aangedreven. Deze riem kan niet worden omgelegd, zodat de pomp -ook al is er geen koud water nodig voor de koeling- altijd in bedrijf is. Om te voorkomen dat de temperatuur van het koelwater te laag blijft, is de zuigleiding van de koelwaterpomp verbonden met de persleiding naar het koelvat (zie hiervoor het schema). Bij het in bedrijfstellen van de motor openen we deze afsluiter en controleren we of de pomp naar behoren functioneert (water rondpompt). Zodra na enige tijd het vat op temperatuur is, sluiten we deze kortsluitafsluiter. Er wordt op deze manier steeds meer warm water via de overloop op het koelvat afgevoerd en koud water uit de zuigkelder aangevoerd met als resultaat dat de koelwater temperatuur stabiliseert. Als de temperatuur onder de gewenste temperatuur daalt, moet de afsluiter weer verder worden geopend of zelfs geheel geopend zodat er minder of geen koud koelwater meer naar het koelvat gepompt.

Naast het regelen van de koelwatertemperatuur met deze afsluiter worden deze ook gebruikt om de pomp in bedrijf te stellen als er te veel lucht in het systeem zit, door deze vanuit geopende stand. steeds verder te sluiten. De geringe hoeveelheid water die in de pomp aanwezig is en via de kortsluit verbinding circuleert, helpt bij de afdichting van de zuiger in de pompcilinder zodat er makkelijker ook lucht wordt verplaatst en er water uit de zuigkelder wordt aangezogen.

De hoeveelheid water die via de overlooptrechter aan het koelvat wordt afgevoerd, is een maat voor de goede werking van de koelwaterpomp.



Schema koelwatersysteem

In het koelwaterschema hiervoor is een zuigfilter getekend. Dit filter bevindt zich onder de machinekamervloer in het getoogde instroomkanaal annex zuigkelder. Hoe het filter is geconstrueerd en ingericht is niet bekend en zal later moeten worden uitgezocht en beschreven.

Omdat we hier te maken hebben met een zuigerpomp moet er altijd aanvoer van voldoende water zijn. Is dit niet het geval omdat bijvoorbeeld het zuigfilter verstopt is, dan wordt de pomp overbelast, gaat bonken, de drijfriem slipt, breekt of loopt van de pulley. Om min of meer dezelfde reden zijn in de persleiding van de pomp geen afsluiters opgenomen.

Bij de paragraaf 'Hulpwerktuigen' van deze Leidraad wordt nader ingegaan op de werking en op de eigenschappen van deze zuigerpomp. Hier wordt ook ingegaan op de functie van de twee luchthelmen en het instellen ervan.

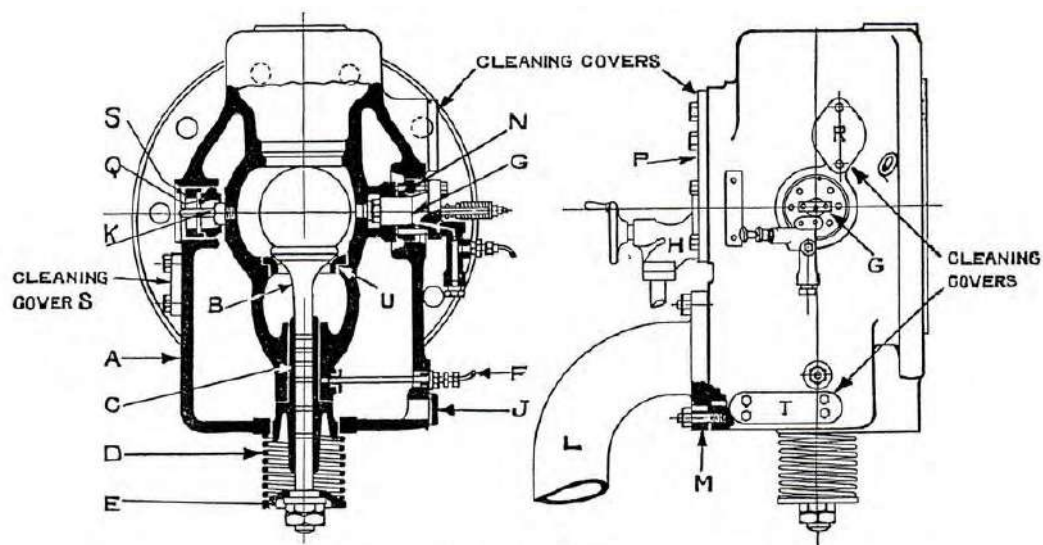
Voor het geval dat er reparaties aan de motor of het koelwatersysteem moeten worden uitgevoerd, is op het laagste gedeelte van de koeltoevoerwaterleiding naar de motor een aftapafsluiter met leiding aangebracht. Deze voorziening kan ook gebruikt worden in het geval van zeer koude weersomstandigheden. Er wordt op gewezen dat onder die omstandigheden na het aftappen van het systeem de inspectiedeksels van de motor gedemonteerd moeten worden en met perslucht de achtergebleven resten koelwater moeten worden weggeblazen.

Het toegepaste open koelwatersysteem leent zich niet voor het toevoegen van additieven aan het water waarmee bijvoorbeeld bevroering of ketelsteenvorming wordt voorkomen.

Dit heeft als gevolg dat de machinekamer vorstvrij gehouden moet worden gedurende de winterperiode of dat het systeem moet worden afgetapt. Een ander veel lastiger bijkomstigheid van het gebruik van onbehandeld koelwater is de vorming van het zogenaamde ketelsteen.

Het met het koelwater aangevoerde zwevende vuil dat bezinkt in dode ruimtes bij het cilinderdeksel moet, om verstopping te voorkomen, regelmatig via de daarvoor aangebrachte inspectiedeksels worden verwijderd. Ook kan met behulp van een schraper een deel van het eventueel gevormde ketelsteen worden los gestoken en via deze inspectieopeningen worden verwijderd. De hier genoemde inspectiedeksels zijn in de tekening hieronder aangeduid met 'cleaning covers'.

Het ketelsteen en de vervuiling bij de cilinder en cilindervoering kunnen worden verwijderd door de voering te verwijderen. De zogenaamde natte vlakken van deze machineonderdelen zijn dan goed bereikbaar voor een grondige reiniging.



Cilinderdeksel en verbrandingskamer

A	Cilinderdeksel	L	Bocht uitlaatgassenleiding
B	Uitlaatklep	M	Flens uitlaatgassenleiding
C	Klepgeleider	N	Expansieflens verstuiver
D	Klepveer	P	Deksel verbrandingskamer
E	Veerschotel	Q	Expansieflens gloeibuis NVT
F	Smeerolieleiding	R	Inspectiedeksel
G	Verstuiver en zeef	S	Gland expansieflens gloeibuis NVT
H	Startluchtafsluiter	T	Inspectiedeksel
J	Inspectie proppen NVT	U	Klepzitting
K	Gloeibuis NVT		

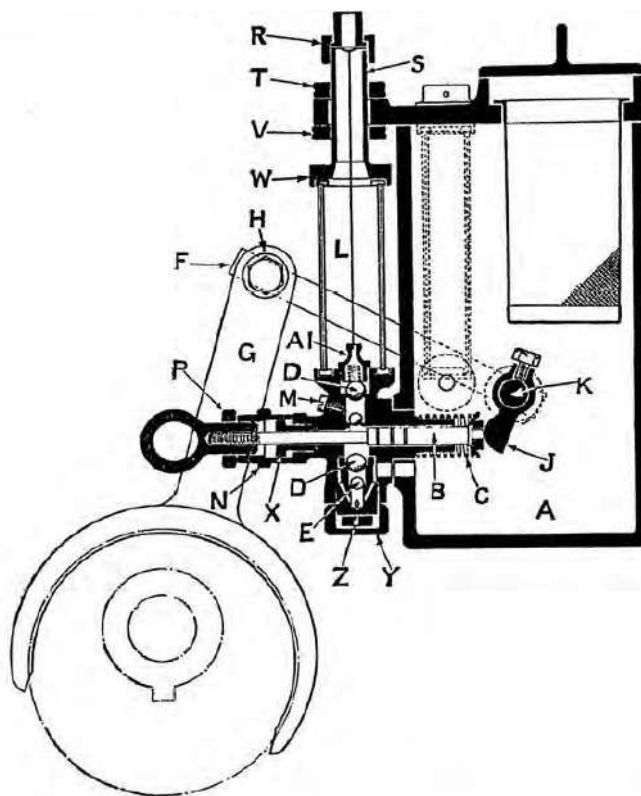
Het eventueel gevormde ketelsteen kan ook met behulp van een zuur worden opgelost en vervolgens met schoon leidingwater worden weggespoeld. Met het op deze wijze verwijderen van ketelsteen bereikt men ook de nauwe koelwaterkanalen die niet met steekgereedschappen te bereiken zijn. Omdat het toe te passen zuur ook metalen kan aantasten moet voor een dergelijke behandeling een deskundige worden ingeschakeld. Het gebruikte zuur moet op een verantwoorde wijze worden afgevoerd.

2.2.7 Smeersystemen

De draaiende en glijdende delen van de motor worden op de volgende manieren gesmeerd.

2.2.7.1 Smering

De motor is uitgerust met een automatisch smeersysteem dat smeeroil naar de cilinder, de uitlaatklep, de zuigerpen en de krukken voert (zie hieronder een tekening van de doorsnede van het apparaat). Het apparaat is uitgerust met vier kleine plunjerpompen die zijn ondergebracht in twee compartimenten, één voor elke oliesoort. Elk compartiment is aan de zijkant voorzien van een peilglas



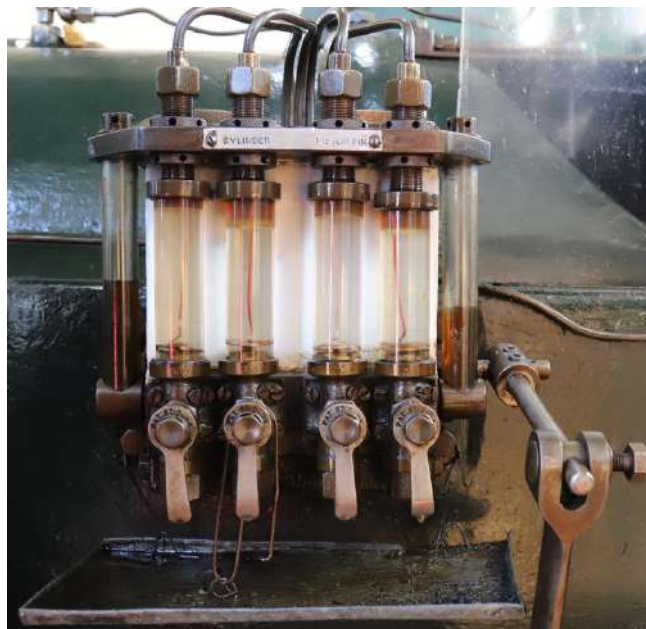
Smeertoestel voor hoofdmotor

A	Olie reservoir	N	Schroefhuls voor afstelling
---	----------------	---	-----------------------------

B	Plunjer	P	Borgmoer voor afstelhuls
C	Spiraalveer	R	Wurgmoer voor pijpverbinding
D	Grote balkeerlep	S	Standpijp oliekijsglas
E	Kleine balkeerlep	T	Borgmoer voor standpijp
F	Drijfstang	V	Borgmoer voor standpijp
G	Excentriekstang	W	Verbindingsring voor kijsglas
H	Drijfstangpen	X	Afdichtingsring voor plunjer
J	Hefboom	Y	Dop voor zuigklephouder
K	Hefboom-as	Z	Houder voor zuigklep
L	Kiysglas	A1	Druppelvormer
M	Ontluchtingsschroef		

Elke plunjer wordt bediend door een aparte, op de centrale as K bevestigde, hefboom J. De centrale as wordt aangedreven vanaf de zijas door een excentriek met de bijbehorende stangen voor het verkrijgen van de schommelbeweging.

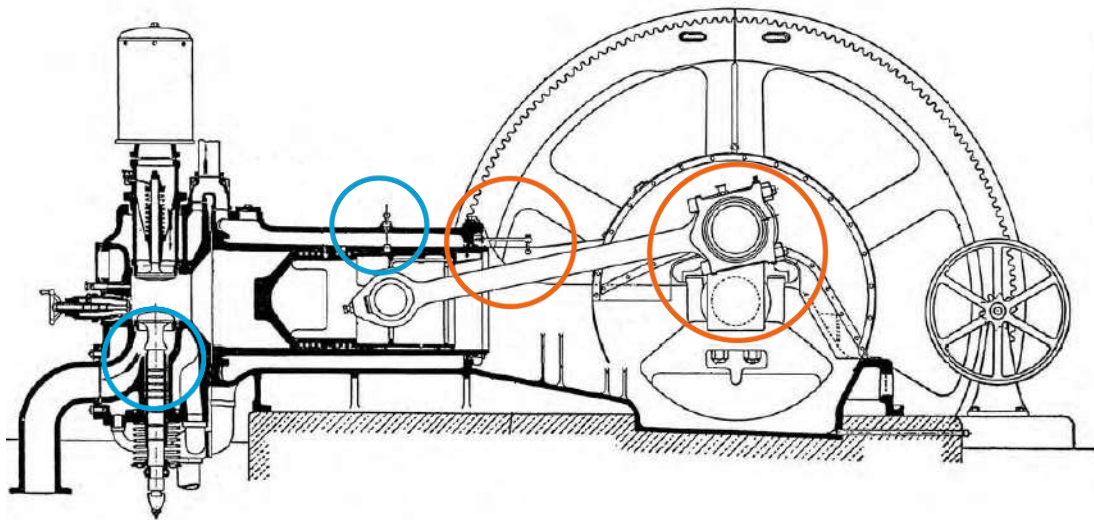
De olie passeert druppelsgewijs het met glycerine gevulde kijsglas L en wordt naar de smeerpunten van de uitlaatklep, cilinder, zuigerpen en krukpen gevoerd.



Smeertoestel links (uitlaatklep en cilinder), rechts (zuigerpen- en krukpen)

In de figuur hierna zijn de vier door het smeertoestel gevoede smeerpunten weergegeven. Bij de uitlaatklep en de cilinder wordt de olie via een zogenoemde stud onder druk aangevoerd waar het door respectievelijk de klepsteel en de zuiger wordt verdeeld over het te smeren oppervlak.

De smeerolie voor de zuigerpen wordt met behulp van een olielikker en een kleine uitsparing en leiding in de zuiger naar de kleine kop van de zuiger c.q. zuigerpen gebracht. Het drijfstanglager in de grote kop wordt via een zogenoemde slingeroot en geboorde kanalen in de krukas krukwangen en krukpen aangevoerd. Het principe hiervan wordt beschreven bij de hulpmotor voor de aandrijving van de compressor in deze leidraad.

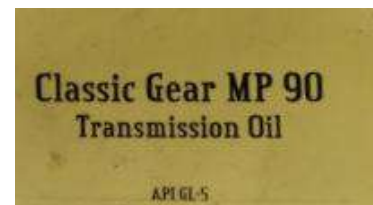
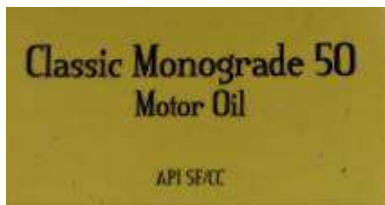


Blauw omcirkeld de met Classic Monograde 50 Motor Oil gesmeerde smeerpunten

Oranje omcirkeld de met Classic Gear MP 90 Transmission Oil gesmeerde smeerpunten

2.2.7.2 Smeeroliën

Voor het smeren van de hete motordelen van zowel de hoofdmotor als de hulpmotor wordt motorolie van het merk Kroon Oil toegepast. Voor de lagers, tandwieloverbrengingen en andere met olie te smeren bewegende delen van de gemaalinstallatie wordt een zogenaamde tandwielkastolie van het zelfde merk aangewend. De specifieke eigenschappen van beide oliesoorten zijn niet bekend.



Toegepaste smeeroliesoorten en merk

2.3 Bemalingswerktuig

In deze paragraaf worden, voor zover deze bij het schrijven van deze leidraad konden worden achterhaald, de technische aspecten van de huidige bemalingspomp uiteengezet.

2.3.1 Centrifugaalwaaierpomp

In 1906 is, gelijktijdig met de vervanging van de stoomketel, het gemaal uitgerust met een nieuwe zogenaamde stromingspomp. De nieuwe pomp met een centrifugaalwaaier werd tot 1930 aangedreven door een stoommachine van IJzergieterij De Prins van Oranje uit Den Haag.

In 1930 verving een verbrandingsmotor van het fabricaat Crossley uit Manchester de oude stoommachine. Ook de pomp nader aangeduid met hevelpomp werd door een nieuw exemplaar van de Gebr. Stork & Co uit Hengelo vervangen. Hevelpomp betekent dat het hoogste punt van de pomp (ruim) boven het waterniveau van het water ligt waarop het uitslaat en dat de extra energie die nodig is om het water tot boven dit niveau te brengen teruggewonnen wordt door de hevelwerking.

Door de pomp voldoende hoog op te stellen, ontstaat een kering die ervoor zorgt dat er in geval van een calamiteit geen water via de pomp terug kan stromen de polder in. Een voorwaarde hierbij is dat als deze situatie zich voordoet het vacuüm in de persleiding verbroken wordt. Op de foto van de pomp hierna is de kraan met trekstang te zien waarmee het vacuüm verbroken wordt in het geval van een calamiteit of aan het einde van een maalsessie. De machinist kan de kraan met behulp van de trekstang vanaf de machinekamervloer bedienen.



Vacuümverbreker met trekstang

Bij het gemaal De Antagonist is ook de persleiding van een terugslagklep voorzien en is er dus sprake van een dubbele kering.

Bij het terugstromen van water uit de hooggelegen boezem werkt de pomp, als deze niet of onvoldoende wordt afgeremd door het aandrijfwerktuig, als turbine. Hierbij kunnen toerentallen worden bereikt die ver boven die van het nominale toerental van de pomp liggen. Dit kan tot schade leiden aan de pomp en of de aan de machineas gekoppelde installaties. Bovendien loopt de polder vol met water uit de boezem. We moeten dus bij een ontkoppelde motor voorkomen dat een degelijke situatie kan ontstaan.

Doordat de pomp boven het polderwaterniveau staat opgesteld en niet zelfaanzuigend is moet tijdens het in bedrijfstellen de lucht uit de pomp verwijderd worden. We noemen dat evacueren. Voor het verwijderen van de lucht wordt hier, een door de motor aangedreven, vacuümpomp gebruik gemaakt. De zuigleiding van deze vacuümpomp is alleen op het hoogste punt van de rechter zuigbocht van de pomp aangesloten. Betwijfeld wordt of dit voldoende is omdat in deze situatie de lucht in het bovenste deel van het slakkenhuis niet verwijderd wordt anders dan dat deze wordt afgevoerd met het te verpompen water. Luchtinsluiting heeft gevolgen voor de prestaties van de pomp.

Op de pomp zijn de monturen voor een peilglas aanwezig echter het glas ontbreekt waardoor deze voorziening niet te gebruiken is. Door een nieuw glas aan te brengen kan men bij het in bedrijfstellen zien of de pomp voldoende is geëvacueerd en controle uitoefenen op de luchtinsluiting van de pomp.

2.3.1.1 Specificatie

De droog opgestelde centrifugaalwaaierpomp in het gemaal De Antagonist wordt als volgt gespecificeerd:

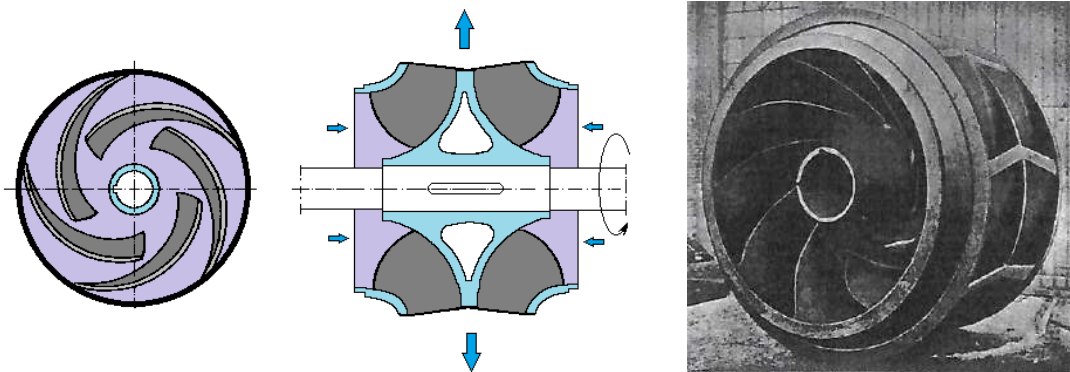
Pompspecificaties	
Fabricaat	Gebr. Stork & Co, Hengelo
Bouwjaar	1930
Fabrieksnummer	3281
Type	Dubbel aanzuigende centrifugaalwaaierpomp
Capaciteit	55 m ³ /min
Opvoerhoogte H stat.	4,4 mwk
Opgenomen vermogen	100 pk (bij systeemrendement van 60%)
Nominaal toerental	195 omw/min

2.3.1.2 Constructie

Uit de historische gegevens van de fabriek van Gebr. Stork & Co uit Hengelo en de leveringsdatum 1930 van de centrifugaalpomp voor het gemaal De Antagonist kunnen we afleiden dat dit één van de eerste grote pompen voor polderbemaling is geweest die door Stork op de markt is gebracht.

Hoofdkenmerken voor de pompen uit die tijd zijn het ongedeelde pomphuis en een waaier die is uitgevoerd met ingezette schoepen; dat wil zeggen dat de plaatstalen schoepen werden gesmeed of gezet en voor het gieten in de gietvorm werden geplaatst. Tijdens het gieten van de waaier versmolten de schoepen met waaierdeksels en/of de tussenschotten. Ook het aantal schoepen dat is toegepast, is groter. Dit verhoogde weliswaar het rendement, maar de vrije doortocht verkleinde waardoor de pompwaaier makkelijker verstopt raakt. In de techniek worden dit soort waaiers aangeduid met Franciswaaiers.

Van de pomp ontbreken constructietekeningen. Ook zijn vooralsnog geen historische gegevens bekend waaruit kan worden afgeleid hoe deze pomp precies is samengesteld, wat voor reparaties er zijn uitgevoerd en of er verbeteringen zijn doorgevoerd. Bij het samenstellen van deze Leidraad is daarom gebruik gemaakt van gegevens van vergelijkbare pompen in andere historische gemalen. Hierna wordt voor de beeldvorming een voorbeeld gegeven van het type waaier waarmee de pomp is uitgerust.



Voorbeeld van waaier bij dubbel aanzuigende pomp en een Franciswaaier

Op het slakkenhuis, zie de volgende afbeelding, is een deksel A gemaakt voor het globaal inspecteren van de waaier en het opheffen van verstoppingen. Het deksel is met zes tapeinden op de aangegoten stomp van het slakkenhuis vast geschroefd. Voor het makkelijk lossen van het deksel zijn in de flens twee afdrukboutjes aangebracht.

Op dezelfde wijze en met hetzelfde doel zijn op beide zuigbochten B van de pomp ook deksels aangebracht. Tussen de deksels wordt een pakkingring aangebracht. Voor het aanbrengen van deze pakking voorziet men deze van een dun laagje smeervet of grafiet om het losnemen later te vergemakkelijken.

Anders dan bij een horizontale deling van het slakkenhuis moet voor demontage van de waaier bij deze pomp de leidingbocht B aan het vrije aseind van het slakkenhuis en het broekstuk aan de zuigbuis worden losgenomen.

Nadat we ook de askoppeling aan aandrijfzijde hebben gedemonteerd, kunnen we de waaier zijdelings uit het slakkenhuis trekken en door het montageluik in de muur van het bemalingsgebouw naar buiten afvoeren.



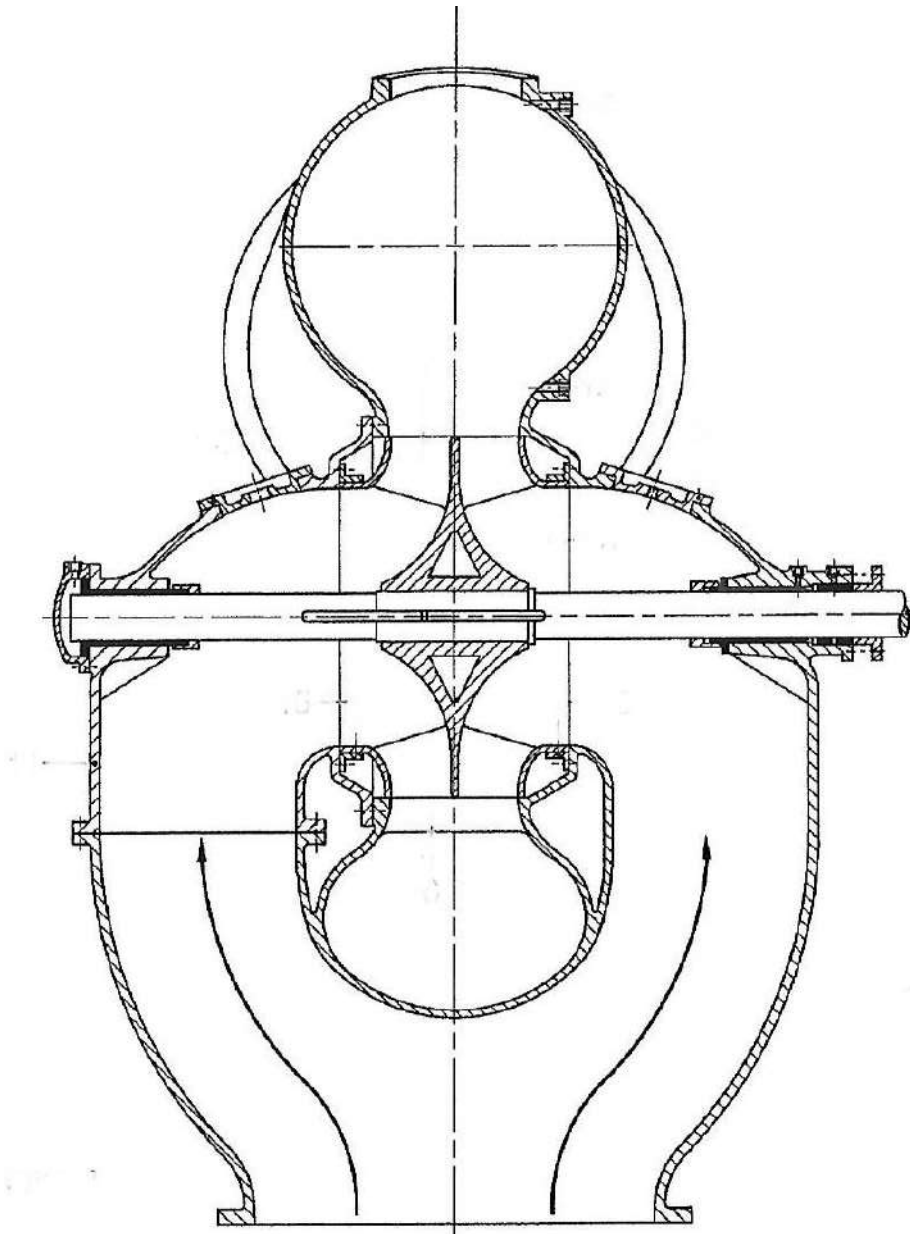
Pompdeksels en zuigbocht aan het vrije aseind

De pompas is aan beide zijden van het slakkenhuis van glijlagers voorzien die de radiaalkrachten opnemen. Het water naar de pomp wordt aan beide zijden van de waaier toegevoerd. Dit heeft als voordeel dat de axiale krachten (in lengterichting van de pompas) even groot zijn, deze tegengesteld gericht zijn en elkaar opheffen. In principe kan daarom een axiaallager van de pompas achterwege blijven.

In de praktijk echter zullen wel degelijk axiale krachten optreden, bijvoorbeeld als de waaier aan één zijde verstopt raakt. Als de as te veel in lengterichting van de as beweegt, zal de waaier in het pomphuis ter plaatse van de slijtringen aanlopen en slijtage veroorzaken.

Hieronder wordt als voorbeeld de doorsnede van de pomp met de pompas van Stoomgemaal De Tuut in Appeltern getoond.

De zuigbochten bij deze pomp zijn hier loodrecht naar beneden getekend, terwijl bij het gemaal De Antagonist deze bochten schuin zijn aangebracht. Dit laatste heeft geen invloed op de constructie van de pompas.



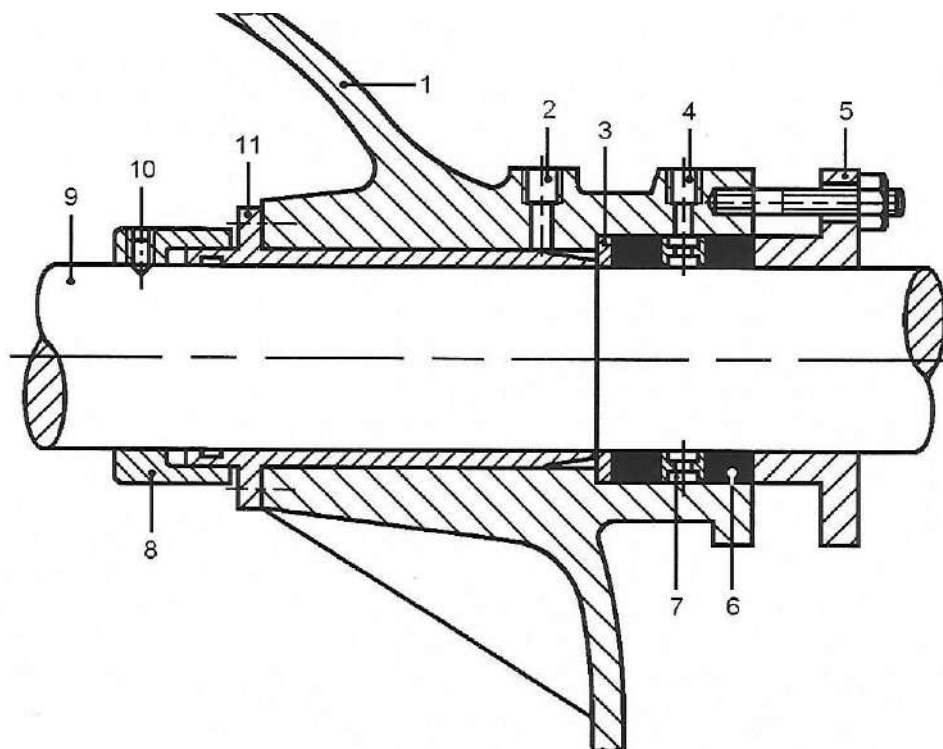
Dwarsdoorsnede bemalingspomp (Voorbeeld stoomgemaal de Tuut)

Uit de (voorbeeld) detailtekening hierna van de asdoorvoering aan aandrijfszijde kunnen we de wijze van lagering, asafdichting en de smering afleiden.

Zeer waarschijnlijk zijn de lagers van de pomp van brons gemaakt. Naar de onderhoudstoestand van de lagers is in het kader van deze leidraad geen onderzoek gedaan.

Door het deksel van het axiaal- en radiaallager aan de linker zijde van de pomp weg te nemen kan door opmeting met een voelermaat enig inzicht worden verkregen in de mate van slijtage van de lagers en die van de slijtringen op pomp waaier.

Deze mag niet te groot worden omdat anders breuk van de star met de krukas verbonden machineas kan optreden. Ook kan men dan vaststellen of de lagers van alleen brons zijn gemaakt of ook nog zijn gevoerd met witmetaal



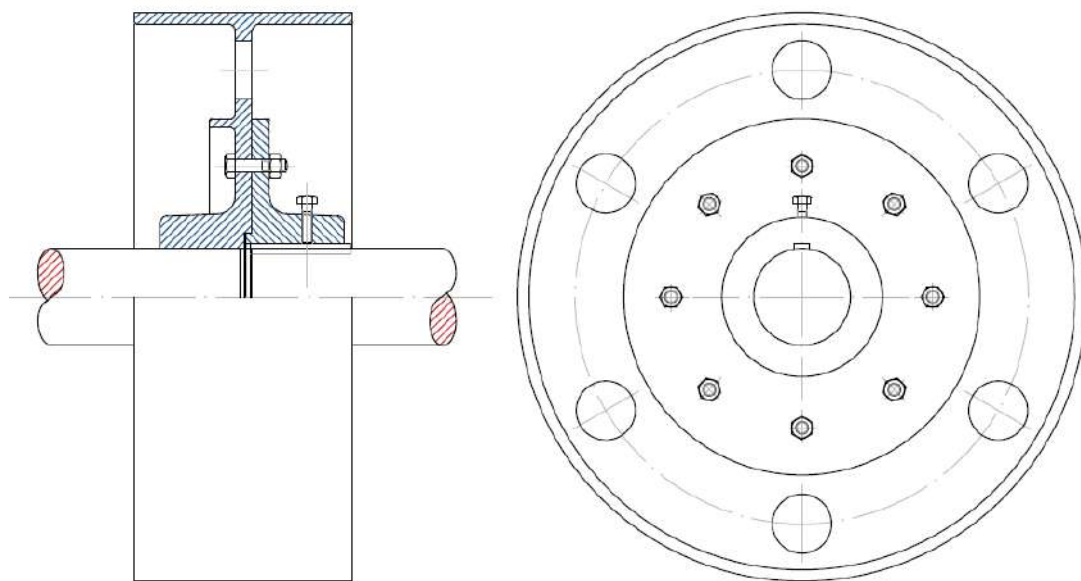
- | | | |
|-------------------------------|-----------------|----------------|
| 1 Slakkenhuis | 5 Drukstuk | 9 Pompas |
| 2 Aansluiting smeertoestel | 6 Pakking | 10 Stelschroef |
| 3 Ring | 7 Lantaarnring | 11 Lagerbus |
| 4 Aansluiting Stauffer-vetpot | 8 Dichtingsring | |

Voorbeeld lager en pakkingbus bij asdoorvoering pomp (gemaal De Tuut)

De lagers en de stopbus aan de aandrijfszijde van de pomp worden met vet gesmeerd. In de oorspronkelijk situatie werd het smeervet met behulp van zogenaamde Stauffer vetpotten naar de smeerpunten gevoerd. In de huidige situatie wordt gebruik gemaakt van een door een leren schakelriem vanaf de hoofdas aangedreven automatische vetsmeerpomp. De originele Stauffer vetsmeerpotten zijn gehandhaafd en worden gebruikt om voor het in werking stellen van de installatie de lagers van een extra hoeveelheid smeervet te voorzien.

2.3.2 Flenskoppeling

De motoras en de machineas oftewel de pompas zijn met een starre koppeling met elkaar verbonden. Dit betekent dat het samenstel rust op 5 glijlagers die allemaal precies in een lijn liggen. Wordt de uitlijning verstoord door bijvoorbeeld lagersschade of ongelijke zetting van het gemaalgebouw en de daarin opgenomen steen- of betonfundaties voor de machines dan kan daardoor asbreuk optreden. De uitlijning van de krukas wordt zoals eerder beschreven uitgevoerd door middel van klokken. Om de uitlijning van de pompas ten opzichte van de krukas te controleren moet de starre koppeling worden losgenomen en met behulp van een meetklokje de hartlijnen met elkaar worden vergeleken. Men kan hierbij ook gebruik maken van een modern lasertoestel



Flenskoppeling annex riemschijf tussen de krukas en de pompas (reconstructie)

Bij het maken van de hiervoor afgebeelde reconstructietekening is er vanuit gegaan dat, te doen gebruikelijk, de ene flens van een prent en de andere van uitsparing is voorzien. Hierdoor vindt centrering plaats van de twee koppelingshelften. Dit betekent dat bij een controle van de uitlijning één koppelingshelft iets moet worden verschoven.

Beide koppelingshelften zijn met inlegspieën op respectievelijk de krukas en de pompas bevestigd en met een drukkbouten tegen verschuiven geborgd.

Eén flens van de koppeling is vergroot en voorzien van brede velg waarop de drijfriem voor de aandrijving van de vacuümpomp loopt. De velg is ruim twee keer zo breed als de toegepaste drijfriem. Dit is zo gemaakt om het loopspoor van de drijfriem te kunnen verleggen en daarmee de vacuümpomp in- en uit bedrijf te stellen.

2.4 Hulpwerktuigen

In deze paragraaf worden de technische details van de zogenaamde hulpwerktuigen besproken. De bediening en het onderhoud van deze onderdelen volgt in paragraaf 2.5 van deze leidraad.

2.4.1 Opgestelde hulpwerktuigen

De bemalingsinstallatie is uitgerust met de volgende hulpwerktuigen:

- een rechtstreeks door een mengsel (benzine) motor aangedreven startluchtcompressor
- een door middel van een drijfriem vanaf de pompas aangedreven vacuümpomp
- een door middel van een drijfriem aangedreven koelwaterpomp
- een door middel van een rubberen snaar aangedreven vetsmeerpomp

2.4.2 Hulpmotor met startluchtcompressor

In 1930 is ook de ééncilinder Crossley Ottomotor met aangehangen startluchtcompressor geplaatst. De aangehangen zuigercompressor die eerder in de paragraaf over het startluchtsysteem behandeld is, wordt met een enkele kruk rechtstreeks door de motor aangedreven. Het koelsysteem van de compressor is daarbij onderdeel van die van de motor. Hieronder wordt de motor met de compressor (geel omcirkeld) afgebeeld.



Startluchtcompressor met aandrijving

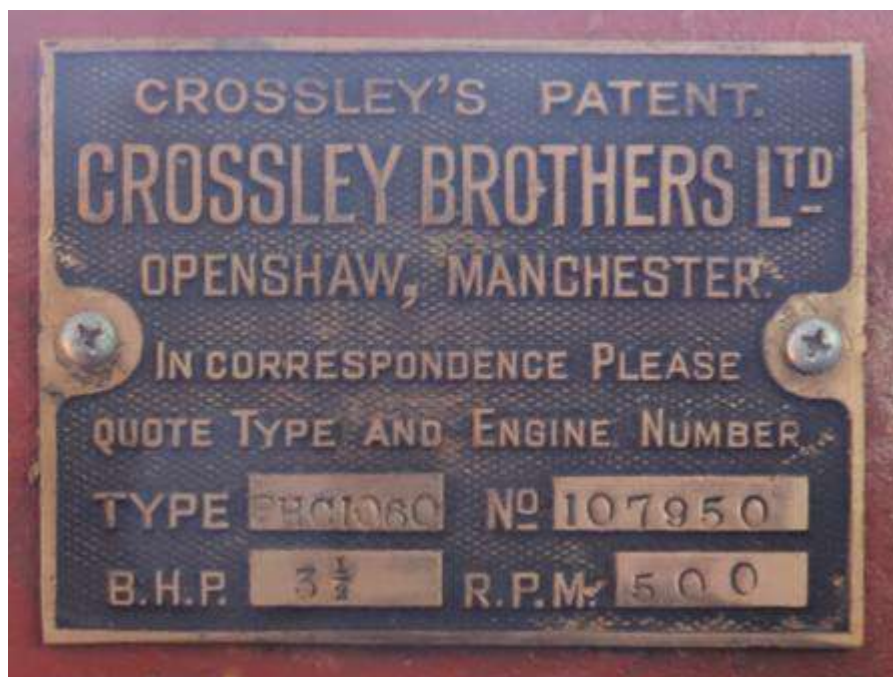
2.4.2.1 Motor en compressorspecificaties

In bijlage 3 van deze Leidraad is de Engelstalige bedieningshandleiding en onderdelenlijst voor de startluchtcompressor en de aandrijving opgenomen. Deze handleiding is bedoeld voor olie- en gasmotoren van het type 1060 tot 1075 van Crossley voor de aandrijving van een compressor, vacuümpomp of een pomp om vloeistoffen te verpompen. Dit document is vooralsnog het enige beschikbare document van de toegepaste verbrandingsmotor en aangehangen compressor in het gemaal De Antagonist. Bij het beschrijven en illustreren van de installatieonderdelen in deze Leidraad is -voor zover van toepassing- gebruik gemaakt van deze handleiding.

In het alledaagse spraakgebruik wordt de motor aangeduid als benzinemotor. In het concrete geval betekent dit dat in de motor benzine wordt verstoekt die met behulp van een carburateur met de verbrandingslucht wordt gemengd en vervolgens met een elektrische vonk wordt ontstoken. Een dergelijk type motor wordt ook wel met mengsel-, explosie- of Ottomotor aangeduid.

De motor met de compressor is op een betegelde betonpoer aan de linkerzijde in de machinekamer van het bemalingsgebouw opgesteld. De inbedrijfstelling vindt handmatig plaats.

Van de motor en de compressor zijn de volgende gegevens bekend. Een en ander afgeleid van het motorplaatje. De ontbrekende gegevens moeten worden ingevuld na opmeting bij bijvoorbeeld een revisie.



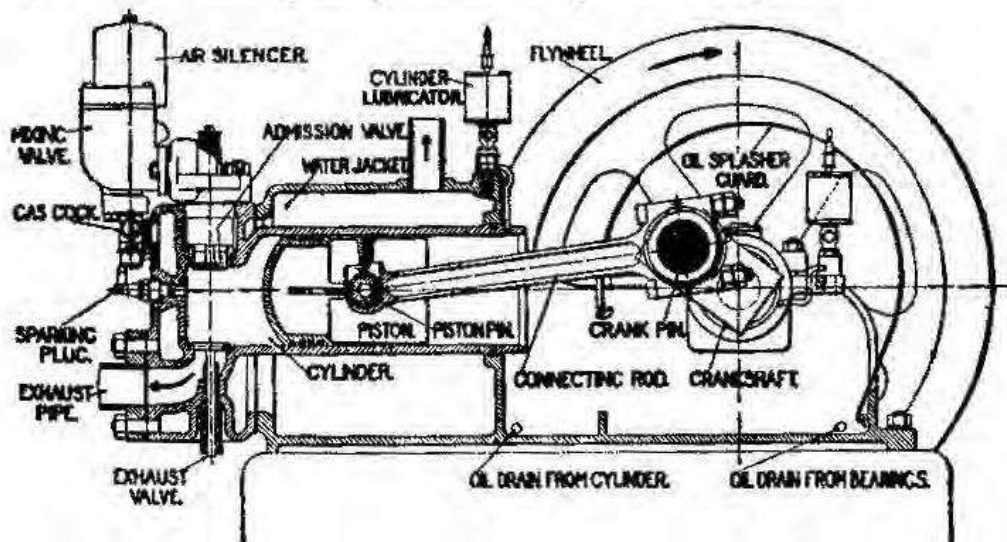
Motorplaatje van de hulpmotor

Motorspecificaties	
Fabricaat	Crossley
Bouwjaar	1930
Kenmerk	1-cilinder viertakt benzinemotor
Fabrieksnummer	107950
Type	PHC 1060
Zuigerdiameter	 mm
Slaglengte	 mm
Vermogen	3,5 pk
Toerental	500 omw/min
Compressorspecificaties	
Fabricaat	Crossley
Kenmerk	ééntraps zuigercompressor
Zuigerdiameter	 mm
Slaglengte	 mm
Capaciteit	 Nm ³ /min

Aandrijfmotor- en compressorspecificaties



Foto van de Crossley hulpmotor cilinderdekselzijde



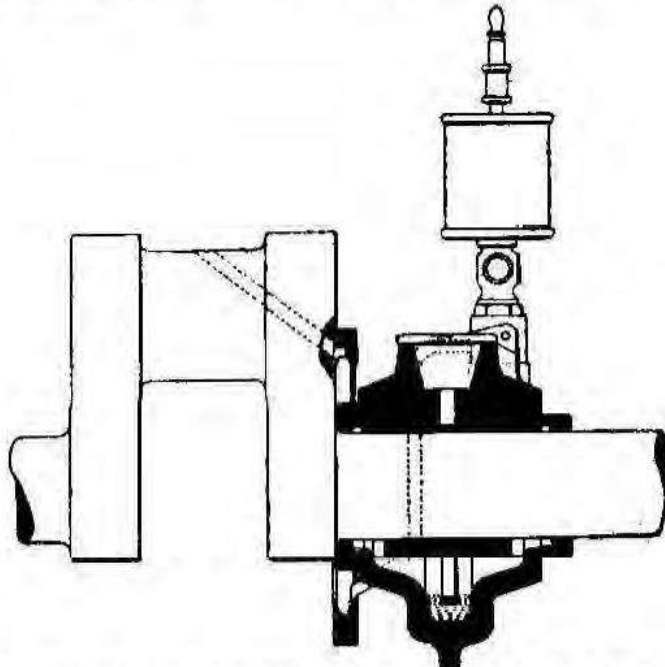
Tekening van de zuiggasuitvoering van de hulpmotor

2.4.2.2 Zuiger

De gietijzeren zuiger is in het verdikte gedeelte aan bodemzijde voorzien van vier zuigerveren. De zuigerbodem heeft de vorm van een halve bol. De kleine kop van de drijfstang is bevestigd aan de zuigerpen die op haar beurt weer met de tappn stevig in de zuiger is vastgemaakt. De manier waarop moet bij een eerstvolgende revisie van de motor worden uitgezocht en nader worden beschreven.

2.4.2.3 Drijfstang

Zowel de drijfstang als de lagerkap zijn geperst en gemaakt van een hoogwaardige staalsoort. De lagers hebben een ongebruikelijk groot oppervlak waardoor de vlaktedruk klein is en er minder slijtage optreedt. De smeerolie naar het krukenlager wordt van de oliedruppelaar via een dunne leiding naar een op de krukas gemonteerde ringgoot geleid, vanwaar het door de centrifugaalkracht via het oliekanal in de krukwang en de kruken naar het betreffende lager wordt gestuwd. Uit de figuur hierna is de werking van deze krukensmering af te leiden.



Smeersysteem krukpen en krukaslagers

Omdat de oliedruppelaar tijdens bedrijf kan worden bijgevuld, wordt een continue smering bereikt. De hoeveelheid naar de krukpen toe te voeren olie kan worden ingesteld met de hiervoor aangebrachte schroef op de naald van de oliedruppelaar.

2.4.2.4 Krukas en krukaslagers

Aan de ene zijde is de krukas door middel van een enkele kruk rechtstreeks verbonden met de luchtcompressor. Aan de andere zijde bevindt zich het vliegwiel met daarnaast de op een speciale manier aan de as bevestigde klauw van de aanzetinrichting.

Met de bijbehorende veiligheidsslinger wordt de motor handmatig in bedrijf gesteld. De krukas en de slinger zijn daartoe beide voorzien van een dusdanig geprofileerde klauw dat de slinger buiten werking wordt gesteld als de motor aanslaat of als deze terugslaat. De



constructie van deze aanzet inrichting voorkomt ook dat de motor in de verkeerde draairichting wordt aangezet. Als de motor eenmaal draait moet de slinger van de asstomp worden verwijderd en opgeborgen.

De asstomp dient te worden voorzien van een afscherming zodat deze tijdens bedrijf niet kan worden aangeraakt en met kledingstukken in contact komt. Dit laatste kan namelijk tot verwurging van lichaamsdelen leiden.

Hand-aanzetinrichting hulpmotor

Net als bij de drijfstanglagers zijn ook de krukaslagers met betrekking tot de diameter en lengte extra groot uitgevoerd. De twee met het motorframe mee aangegoten krukaslagers zijn voorzien van ringsmering. Bij dit systeem is om de as een platte ring gelegd die met de onderkant door een oliebadje draait (zie de figuur van het betreffende smeersysteem).

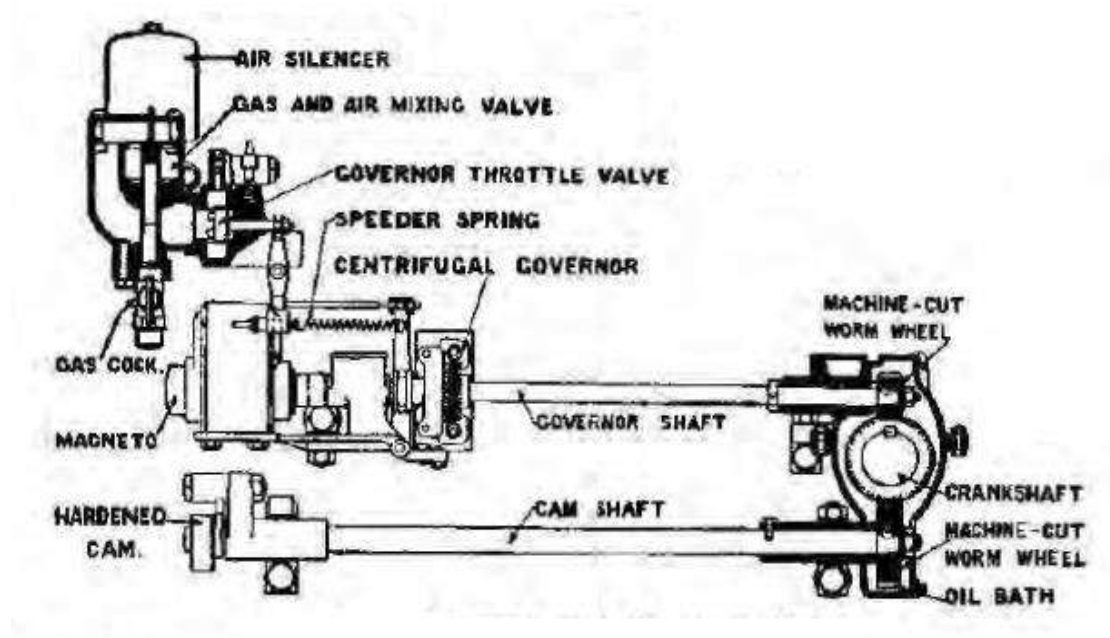
Bij het draaien van de as wordt olie meegenomen naar de bovenkap van het lager waar het wordt verdeeld over de twee lagerhelften en vervolgens zorgen voor een voldoende dikke oliefilm tussen de as en het lager. De metalen van de lagers zijn van brons gemaakt en niet gevoerd.

De controle op het functioneren van dit smeersysteem bestaat uit het controleren van het oliepeil en het met de as meedraaien van de ring. Vooral onder koude omstandigheden, als de olie dik vloeibaar is, kan het meedraaien stagneren en moeten we, bijvoorbeeld met een schroevendraaier, de ring een zetje geven.

2.4.2.5 Nokkenas (onderliggende zijas)

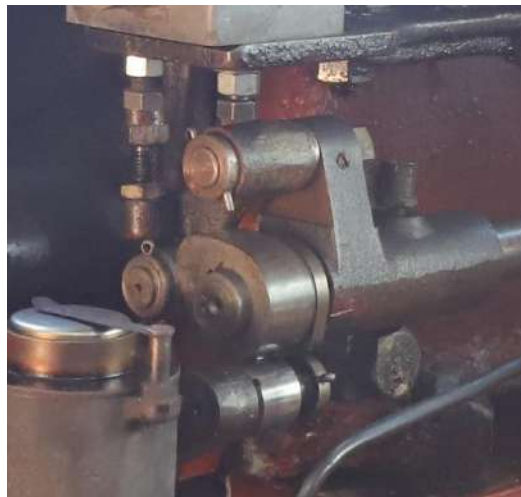
De nokkenas draait met de halve snelheid van de krukas, zodat de in- en uitlaatkleppen één keer per twee omwentelingen worden bediend. De nokkenas wordt door een schroefwiel met een hiermee corresponderend schroefwiel op de krukas aangedreven.

De constructie en het werkingsprincipe van deze overbrenging is al besproken bij de hoofdmotor van dit gemaal en wordt hier niet verder toegelicht.

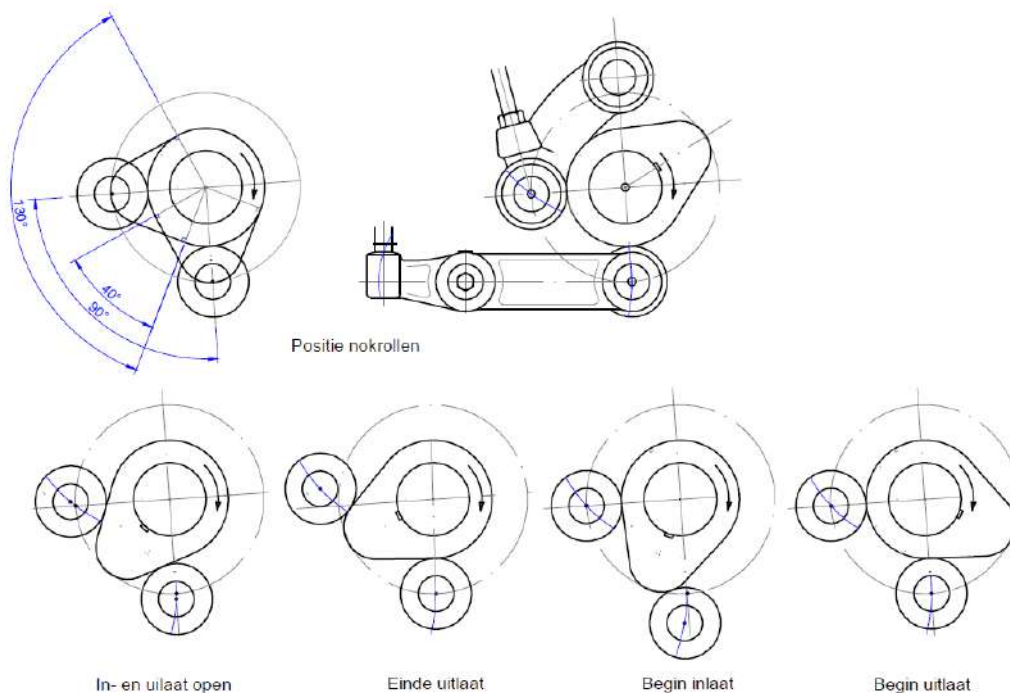


Aandrijving nokkenas, reguleur en ontstekingsinrichting (hulpmotor met zuiggas als brandstof)

De nokkenas is voorzien van een gezamenlijke in- en uitlaatklok en een kleine decompressieklok. Deze laatste klok opent de uitlaatklep tijdens de compressieslag van de motor en wordt gebruikt bij het op de hand aanzetten van de motor. De werking en constructie is vergelijkbaar met die van de hoofdmotor; dat wil zeggen dat de nokrol van de uitlaatklep tijdens het aanzetten boven die van de decompressieklok wordt geschoven, waardoor de machinist minder arbeid hoeft te verrichten bij het aanslingeren.



Nokkenas met gezamenlijke in- en uitlaat en decompressieklok



Positie van de nok bij verschillende processituaties van de motor

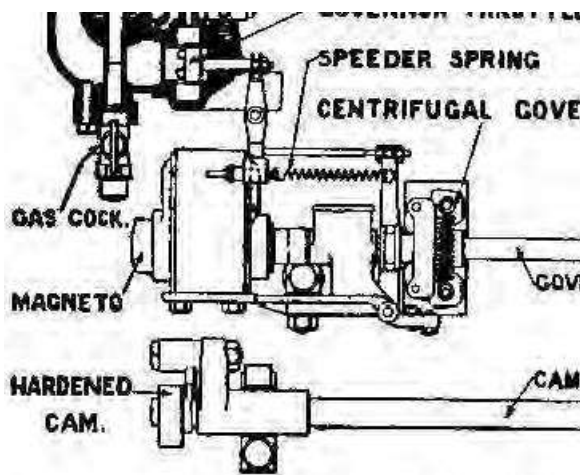
Het toepassen van één nok voor het bedienen van zowel de inlaat- als de uitlaatklep kan alleen worden toegepast bij een viertaktmotor en als de kleppen 180 verdraaid ten opzichte van elkaar in het cilinderdeksel zijn opgenomen. Om de kleptiming van een motor die met een gezamenlijke nok is uitgevoerd beter te kunnen begrijpen is een tekening gemaakt. Deze tekening en de foto van de bij de hulpmotor van het gemaal De Antagonist uitgevoerde constructie is op de voorgaande bladzijde afgebeeld.

2.4.2.6 Regulateuras (bovenliggende zijas)

Door de bovenliggende zijas wordt zowel de centrifugaalregulateur als de magneetontstekingsinrichting aangedreven. Deze as draait met dezelfde snelheid als de krukas. De reden hiervoor is dat ook bij lage toerentallen van de motor een voldoende sterke vonk kan worden opgewekt. Ook de werking van de reguleur is dan beter. Dit betekent echter dat per omwenteling door de ontstekingsinrichting één vonk wordt gegenereerd. Omdat we hier te maken hebben met een viertaktmotor, dus met één arbeidsslag per twee omwentelingen, valt één vonkmoment samen met het einde van de uitlaat en het begin van inlaat. De andere vonk zal, zoals bedoeld, bij de bougie aan het eind van de compressie, oftewel iets voor het begin van de arbeidsslag, overspringen.

2.4.2.7 Reguleur

De motor is uitgerust met een veerbelaste gewichtsreguleur. Deze reguleur is op de bovenliggende zijas aangebracht. Op de eerder hiervoor getoonde foto is deze reguleur goed te zien. Door de drukveer (speeder spring verder te spannen of juist te ontspannen kan het toerental danwel het afgegeven vermogen van de motor worden geregeld.



Detailtekening van de reguleur

2.4.2.8 Carburateur

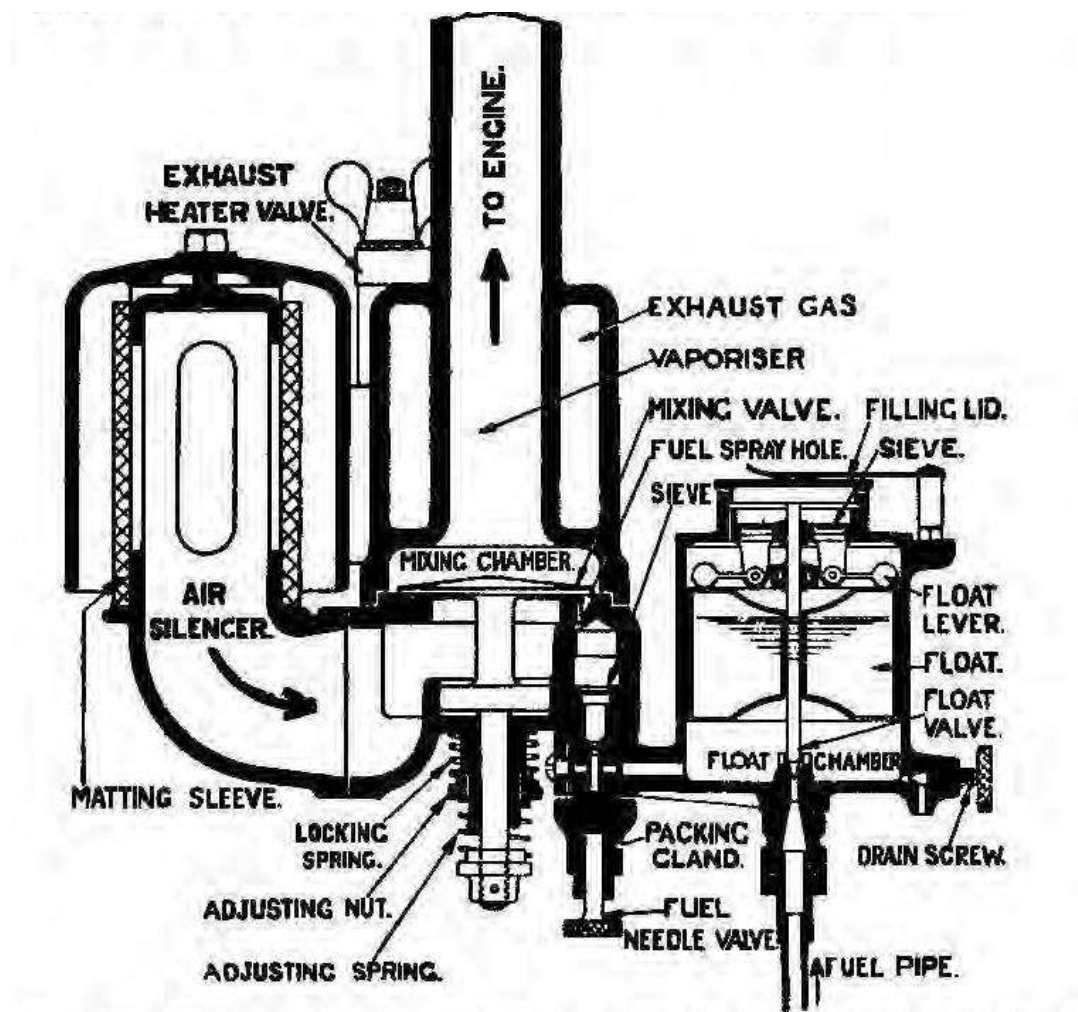
Hierna wordt de doorsnede van de carburateur van de hier behandelde hulpmotor van het gemaal De Antagonist weergegeven. De volgens hedendaagse begrippen bijzondere carburateur van deze mengselmotor is samengebouwd met het luchtfilter, de verdamper en de mengklep.

De uiteindelijke toevoer van -in dit geval- het benzinemengsel vindt plaats met een klep in de toevoerleiding direct voor de inlaatklep van de motor. Deze door de reguleur geregelde klep staat niet in de tekening afgebeeld.

2.4.2.9 Vlotter inrichting caburateur

Omdat de onderhavige motor ook geschikt is voor het verstoken van zwaardere brandstoffen, zoals bijvoorbeeld petroleum, is de vlotterkamer aan de bovenkant uitgerust met een vuldop. Via deze dop wordt de vlotterkamer voor het in werking stellen van de motor met een lichte brandstof, bijvoorbeeld benzine, opgevuld. Zodra de motor warm is, wordt overgeschakeld op de zwaardere brandstofsoort die dan wordt aangevoerd via de leiding onder in de vlotterkamer.

In de huidige situatie wordt alleen gebruik gemaakt van de brandstofsoort benzine en wordt geen gebruik gemaakt van deze vulmogelijkheid van de vlotterkamer.



Carburateur Crossley

De brandstof (benzine) wordt vanuit de brandstoftank, boven op de motor, onder vrij verval onder in de vlotterkamer aangevoerd. Aan de tank zit een kraantje om de brandstof toevoer af te kunnen sluiten bij stilstand en of reparaties aan de vlotter en carburateur. Het niveau in de vlotterkamer wordt geregeld met behulp van een vlotter en de daaraan vastgemaakte naaldafsluiter. Het niveau in de vlotterkamer ligt iets onder dat van de onderkant van de mengklep en wel zodanig dat bij een geringe onderdruk in de mengkamer er benzine via de sproeier (fuel sprayhole) in deze ruimte wordt gezogen. Tussen de vlotterkamer en de sproeier is een naaldafsluiter (fuel needle valve) geplaatst waarmee de hoeveelheid brandstof in het mengsel wordt geregeld.

De mengkamer -te vergelijken met de venturibuis van een moderne carburateur- bestaat uit een relatief grote, door middel van spiraalveren en een zuiger gebalanceerde klep. Op het moment dat de inlaatklep opent, zuigt de motor zowel lucht als brandstof aan.

De vorm van de paddenstoelvormige klep en de ruimte waar deze is aangebracht, zorgen ervoor dat deze goed worden gemengd en in aanraking komen met de hete wand van de verdamper. Voor zover dit al niet eerder heeft plaatsgevonden, zoals bij benzine, verdampen hierdoor de nog aanwezige brandstofdruppels en wordt er een warm gasmengsel verkregen. De verdamper bestaat uit een cilindrische ruimte om de toevoerleiding naar de motor. Deze ruimte is aangesloten op de uitlaatgassenleiding. De hoeveelheid uitlaatgassen die langs de verdamper worden geleid, wordt geregeld met een daarvoor aangebrachte klep. In de hiervoor afgebeelde figuur wordt deze klep aangeduid met 'exhaust heater valve'.

In deze motor wordt goed verdampbare benzine verstoekt en daarom speelt -anders dan bij bijvoorbeeld petroleum- de verdamper een ondergeschikte rol.

De verbrandingslucht wordt aangezogen via een filter annex geluiddemper. Omdat de lucht-brandstofverhouding van het mengsel afhankelijk is van de (onder)druk in de mengkamer moet ervoor gezorgd worden dat het filter steeds goed schoon is, omdat anders het mengsel te rijk wordt en de motor slecht presteert.

2.4.2.10 Ontstekingsinrichting

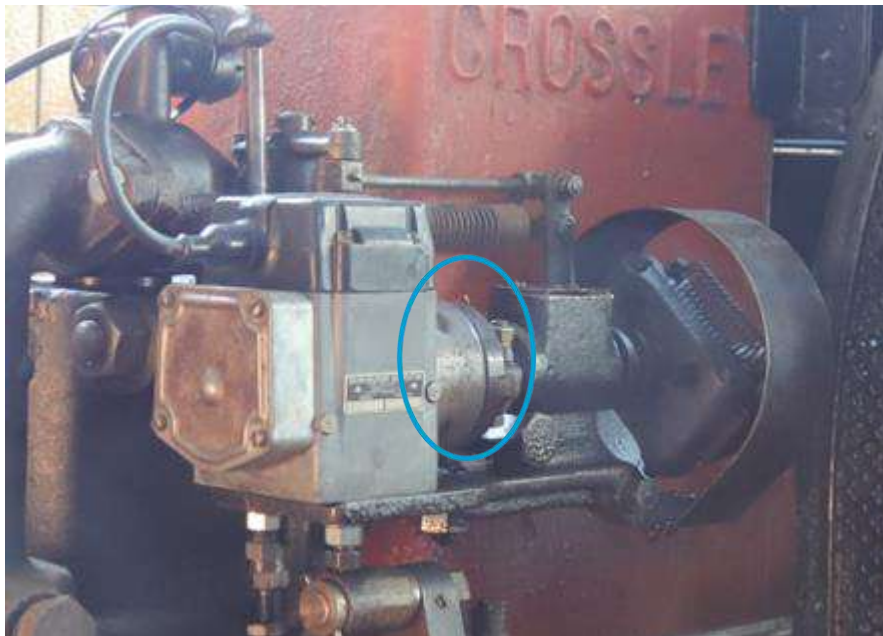
Bij een mengselmotor wordt de verbranding ingeleid met een elektrische vonk. Deze vonk moet voldoende heet zijn en precies op tijd komen voor een goede inleiding van de explosief verlopende verbranding van het brandstof-luchtmengsel in de onderhavige cilinder van de motor. De vonk bij de hulpmotor van het gemaal De Antagonist wordt opgewekt met behulp van het ter plekke door de inrichting zelf opgewekte elektrische energie. Er komt dus geen accu aan te pas wat het starten van de installatie, als er geen andere maatregelen worden getroffen, moeilijker maakt omdat de motor tot een tamelijk hoog toerental moet worden aangezwengeld voor er een voldoende hete vonk bij de bougie overspringt en de verbranding inleidt.

Werking van de inrichting

Op de volgende afbeelding is het voor- en zijaanzicht van de magneetontstekingsinrichting van de hulpmotor te zien.

Dit is een ontstekingsinrichting van het Amerikaanse fabricaat Edison-Splitdorf Corporation waarbij de benodigde elektrische stroom voor de vonk wordt geleverd door een dynamo met roterende permanente magneten.

De foto van de ontstekingsinrichting komt niet overeen met afbeelding uit de onderhouds- en bedieningshandleiding van deze motor waarvan in deze leidraad gebruik is gemaakt. Waarschijnlijk is de originele ontstekingsinrichting op enig moment vervangen door die van Edison-Splitdorf Corporation. Bij de beschrijving van de werking in deze leidraad is gebruikgemaakt van informatie die op internet is te vinden. Deze ontstekingsinrichting is anders dan de originele inrichting voorzien van een impulsstarter voor het gemakkelijker starten van de motor bij het in bedrijf stellen



Ontstekingsinrichting en reguleur hulpmotor

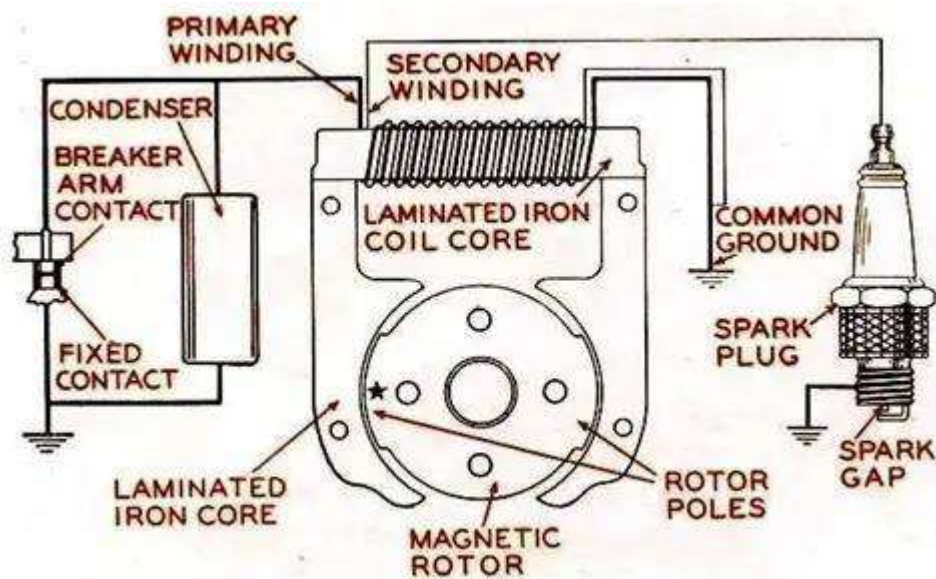
De voor de ontsteking benodigde elektrische stroom wordt in tegenstelling tot de in de onderhouds- en bedieningshandleiding voorgestelde ontstekingsinrichting geleverd door een dynamo met roterende magneten.

De dynamo van deze inrichting bestaat uit een rotor met twee permanent magneten -een noord- en een zuidpool-. Deze rotor draait in een rechthoekig pakket van dynamoblik welke tegenover de rotor, is voorzien van een spoelklos met daarop twee verschillende wikkelingen. De wikkeling op deze spoelklos die in het stroom circuit van de onderbreker is opgenomen noemen we de primaire wikkeling. Deze is voorzien van een gering aantal windingen van dik koperdraad, waarmee een stroom van lage spanning wordt opgewekt. De andere wikkeling die in het stroomcircuit van de bougie is opgenomen noemen we de secundaire wikkeling. Deze is voorzien van veel windingen van dun koperdraad waarmee de stroom voor de bougie van hoge spanning wordt opgewekt.

Door het draaien van de rotor ontstaat in het in het blikpakket een wisselend magnetisch veld en wordt dientengevolge in de primaire spoel een elektrische stroom opgewekt.

Wordt deze stroom in de primaire wikkeling onderbroken dan ontstaat in de secundaire wikkeling als gevolg van inductie een stroom van zeer hoge spanning en springt er bij de contactpuntjes van de bougie een vonk over.

Hierna wordt een vereenvoudigd werkingsschema van een dergelijke inrichting getoond. In Deel IV van deze leidraad wordt het werkingsprincipe van een dergelijke ontstekingsinrichting nader uitgelegd.



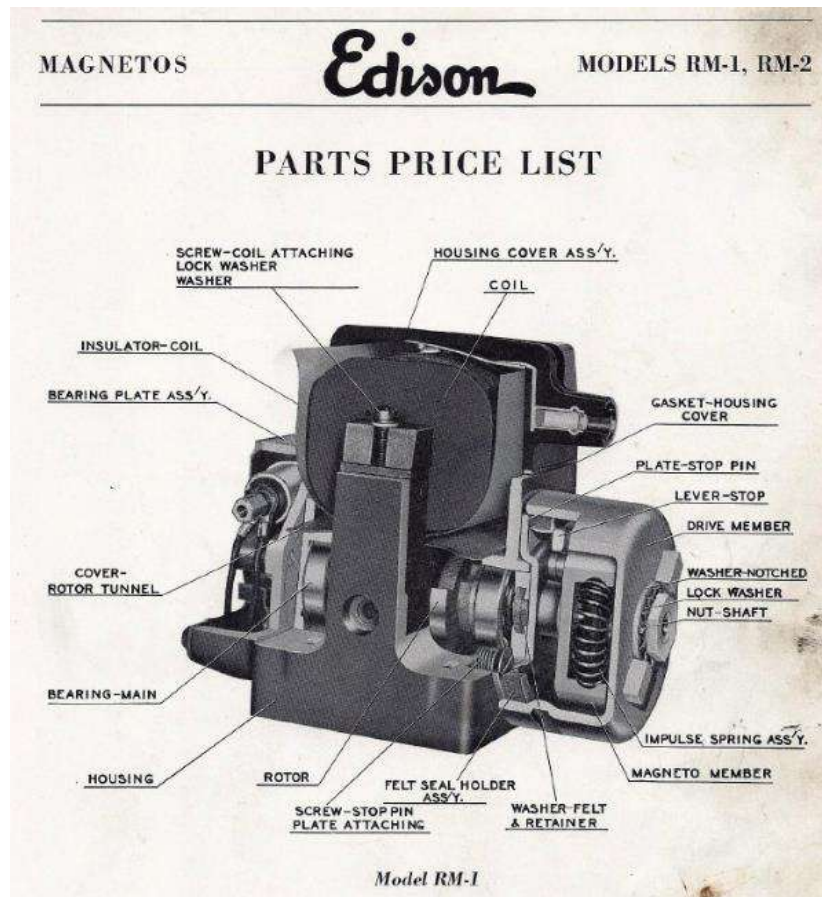
Vereenvoudigd werkingsschema ontstekingsinrichting

Omdat dit type ontstekingsinrichting bij een lage rotatie snelheid een lage spanning afgeeft zal de vonk bij de bougie minder krachtig zijn of zelfs niet overslaan. De motor zal daardoor moeilijk starten. Om die reden is de motor uitgerust met een zogenoemde impuls koppeling. Deze koppeling bevindt zich aan de aandrijfszijde van inrichting tussen de aandrijfas en de rotoras met magneten en is op de foto hiervoor, blauw omcirkeld.

Het is bij het schrijven van deze leidraad niet gelukt een detailtekening van de toegepaste impuls koppeling te bemachtigen. Voor de beschrijving van dit onderdeel is daarom gebruik gemaakt van een schets uit een oude prijslijst voor onderdelen voor de RM-1 en de RM-2 modellen van Edison - Splitdorf. RM staat voor Rotating Magnet en de extensies 1 en 2 voor één- of tweecilinders. Deze schets is op de volgende bladzijde afgedrukt.

De impulskoppeling tussen de aandrijfas en de rotoras met de mageneten is voorzien van een hub met een trekveer. Bij het starten is de aandrijfas van de rotor vergrendeld en wordt tengevolge van rotatie van de aandrijfas de veer gespannen. Op het moment dat de ontsteking moet plaatsvinden wordt de rotoras ontgrendeld en zet de veer de rotoras met hoge snelheid in beweging en wordt dientengevolge een krachtige vonk gegenereerd. Het vergrendelen en ontgrendelen vindt automatisch plaats met behulp van een ingenieuze constructie met gewichten.

Dit mechanisme zorgt er tevens voor dat als de motor eenmaal loopt en het nominale toerental heeft bereikt de vonk op het juiste moment wordt afgegeven. Dit moment is omdat de motor altijd met een het zelfde toerental draait niet verstelbaar gemaakt dat wil zeggen te vervroegen of te verlaten.



Edison Splitdorf magneet ontstekingsinrichting voor 1-cilindermotor (aandrijfszijde)

Op de volgende bladzijde wordt de frontzijde van de ontstekingsinrichting weergegeven en is de onderbreker (blauw omcirkeld) en de daarbij behorende condensator (oranje omcirkeld) te zien. Met enige regelmaat moet het dekseltje aan deze zijde worden verwijderd en met een voelmaat de afstand tussen de contactpuntjes worden gecontroleerd en het smeerviltje voor de onderbrekernok (groen omcirkeld) van een paar druppels olie worden voorzien. De kleine ruimte waarin de contactpunten en de condensator is ondergebracht moet schoon en droog zijn. Gelekte smeermiddelen moeten worden weggenomen omdat deze gemakkelijk de isolatie van de elektrische delen aantasten.

De contactpunten slijten door gebruik en vertonen dan punten en putjes op de contactvlakken. Deze oneffenheden moeten worden verwijderd door middel van schuren met schuurlijnen of vijlen met een speciaal daarvoor in de handel gebracht dun zoetviltje. De puntjes moeten daarbij, voor een goed contact, enigszins bolvormig worden bewerkt. Het bewerken moet voorafgaan aan het opnieuw afstellen van de lichte hoogte.

Door de twee cilinderkopschroeven waarmee het vaste contact op de grondplaat van de ontsteking is bevestigd iets los te draaien kan deze met een schroevendraaier in de juiste stand worden gewrikt. De onderbreker moet bij het afstellen op het hoge gedeelte van de nok staan. De voorgeschreven opening tussen de contactpuntjes moet liggen tussen de 0,014 en 0,016 " oftewel 0.35 en 0,40 mm.



Edison Splitdorf ontstekingsinrichting voor 1-cilinder motor (frontzijde)

Controle op de goede werking

De goede werking van de ontstekingsinrichting kan eenvoudig worden gecontroleerd door de bougie te verwijderen en die aangesloten met de bougiekabel in contact te brengen met het gestel van de motor. Door nu de motor te tornen zal bij de bougie het overspringen van een vonk te zien zijn. Is dit niet het geval dan kan men met door alleen het uiteinde van de bougiekabel dicht in de buurt brengen van het gestel de proef herhalen.

Springt er opnieuw geen vonk over dan moet defect worden gezocht bij de bougie kabel, onderbroken stroomcircuits, condensator, spoel of in het ergste geval dat de polen zijn ontmagnetiseerd.

In bijlage 8 van deze leidraad zijn de onderhouds- en bedieningshandleidingen van de onderhavige ontstekingsinrichting opgenomen. Korthedshalve wordt verwezen naar deze Engelstalige handleidingen voor nadere aanwijzingen voor het oplossen van de problemen.

2.4.2.11 Bougie en bougiekabel

De bougiekabel moet droog en schoon worden gehouden en voor wat betreft de blanke delen alleen verbinding maken met het contact bij de verbreker en de aansluiting van de bougie. Als bijvoorbeeld tijdens reparaties of onderhoud de motor wordt getornd, dan moeten we ervoor zorgen dat de bougiekabel of via de bougie of rechtstreeks met het motorgestel is kortgesloten. Laten we dit na, dan kan de opgewekte hoge spanning tijdens het tornen op een andere -niet daarvoor bedoelde- plaats van de ontstekingsinrichting doorslaan en ernstig beschadigen.

De isolatie van bougiekabels heeft als gevolg van de hoge omgevingstemperatuur de neiging te verdrogen en samen met de inwerking van vocht door te slaan. We kunnen dit deels voorkomen door de kabels met een daartoe geëigend middel te impregneren of als de kabel scheurtjes vertoont deze te vervangen. Doorslag van bougiekabels en de plaats ervan is goed vast te stellen door de betreffende motor in het donker te bedienen.

De toegepaste bougie bij deze hulpmotor is met betrekking tot de warmteafvoer (warmtegraad) afgestemd op het verstoken van normale in de handel verkrijgbare benzine en nominale belasting van de motor. Bij vervanging moeten we een bougie kiezen met een vergelijkbare waarde omdat anders de motor onregelmatig gaat lopen en of vervuult. Omdat we hier te maken hebben met een in Engeland gefabriceerde motor moeten we erop bedacht zijn dat de betreffende bougie is voorzien Whithworth schroefdraad en dat bij montage gebruik gemaakt moet worden van de hierbij passende bougiesleutel met een breedte van 5/8 of 13/16 ". De elektroden van de bougie moeten schoon zijn en op een afstand van (0,4 tot 0,7) mm worden afgesteld. De eventueel vervuilde elektrodes kunnen we schoonmaken met een klein zoetviltje of een op een latje bevestigd stuk fijn schuurlinnen. Voor het afstellen van de elektrodeafstand maken we gebruik van normale voelers of een speciaal kaliber voor verschillende soorten bougies.

De goede werking van de bougie kunnen we eenvoudig controleren door deze te demonteren en tegen het gestel (de massa van het elektrische circuit) te leggen. Door nu de motor aan te slingeren, zal bij de elektroden van een goed werkende bougie een duidelijk zichtbare en ook hoorbare vonk overspringen. Als dit niet het geval is, dan is de bougie defect of er zijn andere defecten in het ontstekingsmechanisme.

2.4.2.12 Smering

De hulpmotor met de aangehangen luchtcompressor is van de volgende smeerpunten voorzien welke op de navolgende manieren worden gesmeerd. Het spreekt voor zich dat voor het opstarten van de motor alle reservoirs en oliepoten moeten worden gevuld dan wel in werking moeten worden gesteld. Tijdens bedrijf moet er op worden toegezien dat er ook daadwerkelijk smering plaatsvindt.

Zuiger zuigerpen en cilinder

De zuiger, zuigerpen en cilinder worden van smeer olie voorzien met een oliedruppelaar zoals eerder aangegeven in deze Leidraad. Voor de aanvoer van de smeerolie zijn in de zuiger kanaaltjes aangebracht en is de kleine kop van de drijfstang voorzien van een beker waarin de olie voor het zuigerpenlager wordt opgevangen. De smering van zowel de zuiger, cilinder en zuigerpen vindt drukloos plaats. Men moet er op bedacht zijn dat hier motorolie wordt toegepast en geen transmissieolie vanwege de hoge temperatuur van de te smeren onderdelen.

Krukaslagers

De krukaslagers zijn voorzien van een smering met behulp van ringen die voor de aanvoer van olie zorgen naar te smeren vlakken. De olie ligt opgeslagen in de hiervoor gecreëerde ruimte in de lagerstoel onder de lagers.

Drijfstanglagers

Het lager van de grote kop van de drijfstang wordt gesmeerd met een oliedruppelaar die de smeerolie aanvoert in een ringvormige goot naast de linker krukwang van de krukas. Bij de beschrijving van de drijfstang is dit smeersysteem toegelicht met een tekening.

Nok- en reguleuraslagers

De wormwielen voor de aandrijving van de twee zijassen zijn ondergebracht in een kleine gesloten omkasting naast het vliegwiel. Deze kast is gedeeltelijk gevuld met olie. De wormwielen en de glijlagers van de assen waarop deze bevestigd zijn worden gesmeerd doormiddel van de door de tandwielen meegenomen olie in deze kast. Hier is dus sprake van spatsmering.

De reguleuras is tussen de reguleur en de ontstekingsinrichting voorzien van een lager met zogenoemde ringsmering.

De nokas -er is slechts één nok- is naast de nok voorzien van een glijlager met daarop een klein oliepotje.

Hand-aanzetinrichting

De hand-aanzet inrichting is voorzien een Staufervetpot waarmee de bewegende delen van deze inrichting worden gesmeerd.

Startluchtcompressor

De aangehangen startluchtcompressor is voorzien van oliedruppelaar met kijkglas voor de smering van de zuiger, cilinder en zuigerpen. De kruken wordt gesmeerd met behulp van een oliepotje met een katoentje. Het katoentje zorgt voor een gelijkmatige toevoer van de olie naar het betreffende lager.

2.4.3 Vacuümpomp en aandrijving

Voor het evacueren van het pomphuis en de zuig- en persleiding van de pomp wordt gebruik gemaakt van een zogenaamde waterringpomp. Het werkingsprincipe van dit type vacuümpomp wordt in Deel IV van deze Leidraad uitgelegd. Deze pomp is zeer waarschijnlijk gefabriceerd door de Gebr. Stork & Co te Hengelo.

De onderhavige vacuümpomp is uitgevoerd met een concentrisch in het pomphuis geplaatste vrijstroomwaaier, welke bestaat uit een dikke naaf met aangegoten rechte schoepen. De pompas is aan beide zijden voorzien van vet gesmeerd bronzen glijlagers. Van de constructie, anders dan wat zichtbaar is en dat wat bekend is van de nagenoeg identieke vacuümpomp van het gemaal J.A. Beijerinck, zijn verder geen gegevens voorhanden.



Voorbeeld vacuümpomp (Gemaal J.A. Beijerinck)



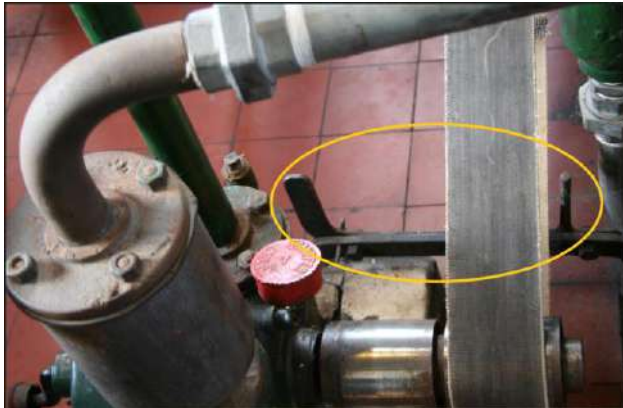
Vacuümpomp met luchtafscheider

De capaciteit van de vacuümpomp is niet bekend. Het is daarom raadzaam om deze aan de hand van de tijd die bij de in bedrijfstelling nodig is om het gewenste vacuüm te bereiken vast te stellen. Als er bij een volgende inbedrijfstelling langer gepompt moet worden voor dat het gewenste vacuüm wordt bereikt dan is dat een teken voor de achteruitgang van de onderhoudstoestand van de vacuümpomp of er treedt lekkage op bij de bemalingspomp c.q. het leidingsysteem daarvan.

De vacuümpomp wordt met behulp van een drijfriem door de machine-as aangedreven. Hiertoe is deze voorzien van twee riemschijven: één die vast verbonden is met de verlengde pompas en één die vrij kan draaien om die as. Op het moment dat de bemalingspomp geëvacueerd moet worden, wordt de drijfriem van de losse riemschijf met behulp van de riemuitzetter -geel omcirkeld- naar die van de vaste riemschijf gelegd. Dit gebeurt, net als bij het terugzetten, als het gewenste vacuüm is bereikt, steeds met een draaiende motor.

De drijvende riemschijf op de motoras heeft een diameter van 820 mm en een breedte van ... mm. De losse en de vaste riemschijf hebben een diameter van 110 mm en elk een breedte van ... mm. De overbrengingsverhouding i is dus ongeveer 7,5. Dit betekent dat de rotatiesnelheid van de vacuümpompas bij een nominaal toerental van 100 omw/min van de machine-as 750 omw/min bedraagt.

In de praktijk blijkt dit toerental niet altijd voldoende te zijn voor het binnen een redelijk tijdsbestek evacueren van de pomp. De aandrijfmotor voor de pomp wordt dan kortstondig met een hoger, dat wil zeggen hoger dan het nominale toerental, bedreven.



Riemuitzetter vacuümpomp

De rubber/canvas drijfriem heeft een breedte van 100 mm en een (berekende) lengte van mm. Vanwege de leidingverbindingen is de vacuümpomp vast met de machinevloer verbonden. Ook ontbreekt riemspaninrichting wat betekent dat in geval het inkorten of vervangen van de riem deze in het werk moet worden pasgemaakt en gelast door middel van krammen. Dit is een lastige ingreep/repairatie waarvoor speciale hulpmiddelen nodig zijn.

De toegepaste soort drijfriem verdraagt geen olie of vet. Eventueel gemorste smeermiddelen moeten daarom onmiddellijk met behulp van bijvoorbeeld wasbenzine worden verwijderd.

Het huis van de vacuümpomp is gemaakt van gietijzer en de waaier van brons. De vlakken waartussen de waaier draait, kunnen daardoor roesten en als gevolg daarvan het draaien van de waaier verhinderen. Het is daarom raadzaam om bij het uit bedrijf nemen van de pompinstallatie de drijfriem van de vacuümpomp in de aandrijfpositie te zetten. Bij het op gezette tijden tornen van de installatie wordt dan de eventueel gevormde roest door de waaier van de pasvlakken geschraapt en wordt het 'vastkoeken' voorkomen.

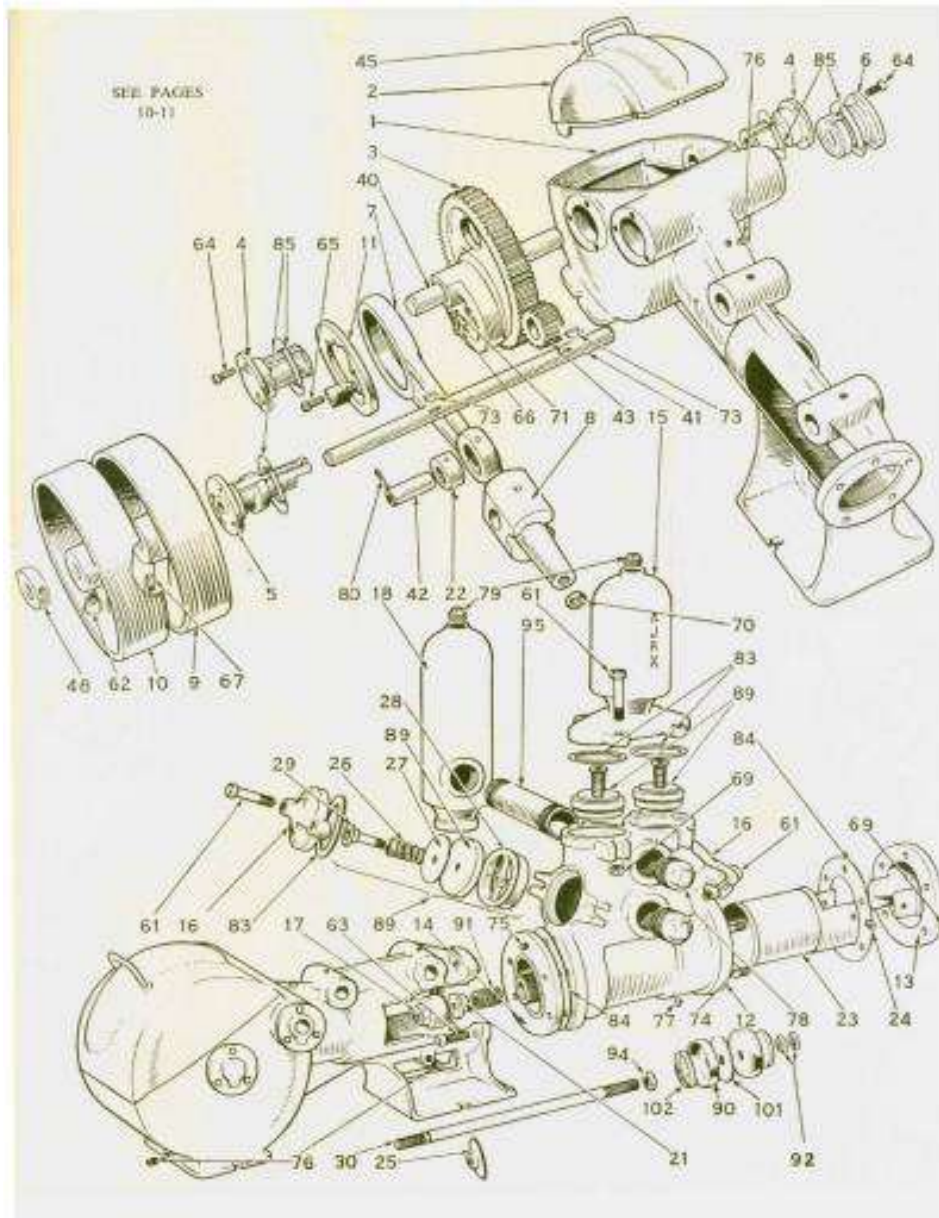
2.4.4 Koelwaterpomp en aandrijving

Voor het verversen van het koelwater in het koelwatervat -als het te warm wordt- staat naast de hoofdmotor een dubbelwerkende zuigerpomp opgesteld. Het machineplaatje waarvan het fabricaat en het type kan worden afgeleid alsmede de originele onderhouds- en bedieningshandleiding van deze pomp ontbreekt. Het betreft -afgaande op de uiterlijke verschijning van de pomp in het gemaal- waarschijnlijk een pomp van Mc. Pherson's Ltd uit Australië type Ajax met een zuigerdiameter van 3" en een slaglengte van 4". Het theoretisch slagvolume is dus:

$$Q = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot S = \frac{3,14}{4} 0,762^2 \cdot 1,016 = 0,46 \text{ [ltr]}$$

Van de constructie van deze pomp wordt hierna een exploded view afgebeeld. Hiervan kan de werking van de koelwaterpomp worden afgeleid. In bijlage 8 van deze leidraad is van dit pomptype een kopie van de bediening- en onderhoudshandleiding afgedrukt.

Het is raadzaam bij toekomstig onderhoud en/of reparaties aan deze pomp de juistheid van deze informatie te controleren en waar nodig te corrigeren weg te laten of aan te vullen.



De overbrengingsverhouding I van de tandwielen van de pompaandrijving bedraagt 0,25. Dit betekent dat de zuiger van de koelwaterpomp bij het eerder aangenomen toerental van de hoofdmotor 60 slagen per minuut maakt en theoretisch 27 liter koelwater verpompt.

De gekruist opgelegde rubber/canvas drijfriem heeft een breedte van 50 mm en een (berekende) lengte van ... mm. Doordat de drijfriem gekruist is opgelegd, neemt het contactvlak van de riem met de pulleys toe, maar ook de slijtage van de riemen. Voor de draairichting van deze zuigerpomp is het kruislings aanbrengen van de riem niet noodzakelijk. De pompinstallatie is om deze reden vast met het bijbehorende leidingwerk -dus zonder spanslede- met de fundatie verbonden. Ook bij deze installatie is geen spanrol toegepast. Dit maakt -evenals bij de vacuümpomp- het inkorten van de riem, repareren na een breuk of het vervangen ervan bijzonder lastig. Ook deze riem verdraagt geen olie of vet.

De las in de drijfriem is in de plaats van verlijmen met behulp van krammen tot stand gebracht. De stalen krammen zorgen bij deze gekruiste riem voor extra slijtage.



Situatie koelwaterpomp met luchthelmen

2.4.5 Automatische vetsmeerpomp

In de originele toestand van het gemaal werden de pomplagers en pakkingbus van de bemalingspomp handmatig met behulp van zogenaamde Stauffer vetpotten gesmeerd. Op enig moment is aan die situatie een vetsmeerapparaat toegevoegd en dat onder normale omstandigheden het smeren met deze pomp automatisch plaatsvindt, maar dat er ook handmatig nog smeervet naar de genoemde smeerpunten kan worden gevoerd.

De automatische vetsmeerpomp is van het fabricaat BEKA uit Zevenbergen en kan meerdere smeerpunten van verschillende hoeveelheden smeervet voorzien. Het fabricaat BEKA wordt thans vertegenwoordigd door Groeneveld-BEKA uit Gorinchem.

Omdat van deze vetpomp de originele onderhouds- en bedienings-handleiding ontbreekt is ten behoeve van de beschrijving van dit installatieonderdeel gebruik gemaakt van een Nederlands- en Engelstalige handleiding van een modernere maar qua werking vergelijkbare typepomp. Deze handleidingen zijn verstrekt door Groeneveld-BEKA. De Nederlandstalige handleiding is in bijlage 10 van deze Leidraad opgenomen.

De pomp wordt vanaf de machineas met zowel een rubberen snaar als een koord aangedreven. De snaar en het koord zijn zonder tussenkomst van een snaarschijf om de machineas gelegd. De vetpomp is van een riemschijf voor een platte drijfriem voorzien. Wanneer en waarom men van het hiervoor geschetste provisorium met een snaar en een koord gebruik is gaan maken is niet bekend. Het verdient aanbeveling de aanvankelijk bedoelde aandrijving met een platte drijfriem te herstellen.



Automatische vetsmeerpomp

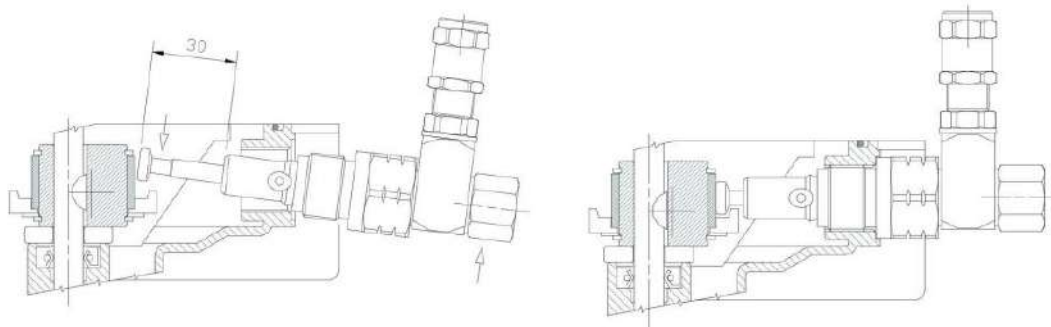
De diameter van de machine-as ter plaatse bedraagt ... mm en die van de kleine riemschijf op de vetpomp .. mm waarmee een overbrengingsverhouding I van 0,.. wordt verkregen. Dit betekent dat bij een nominaal toerental van de aandrijving de ingaande as van de vetsmeerpomp ... omw/min bedraagt. Tussen horizontale ingaande as van de vetpomp en de verticaal opgestelde as waarop het excentriek voor de plunjerbeweging en het roerwerk zijn bevestigd bevindt zich een haakse schroefwieloverbrenging met een overbrenging verhouding I van 0,...

De vetsmeerpomp staat op een spanslede opgesteld waardoor de riemspanning eenvoudig kan worden gecorrigeerd.

De onderhavige vetpomp is uitgevoerd met voor elk smeerpunt een pompelement waarvan de vethoeveelheid per element kan worden ingesteld. Het afstellen van deze vethoeveelheid wordt hierna uitgelegd. De inhoud van de vetvoorraadbus van deze pomp bedraagt 10 kg liter.

In de voorraadbuis van de pomp is een roervleugel aangebracht waarmee tijdens bedrijf het smeervet wordt geroerd en gekneed. Hiermee voorkomen we het uitzakken van het vetskelet waarbij de olie boven komt drijven en de smeereigenschappen verminderen of zelfs verloren gaan. Voorwaarde voor een goede werking van dit systeem is dat de hoofdmotor met enige regelmaat wordt getornd dan wel enige tijd in bedrijf wordt gesteld.

De vetpomp is opgebouwd uit een cilindervormig huis met daarin het aandrijfwerk voor het creëren van de roterende beweging van de excentriek en een of meerdere kleine plunjerpompen vetpompen die hun heen en weergaande beweging ontleen aan deze excentriek. Boven op dit pomphuis bevindt zich de vet voorraadbuis. In de omtrek van het cilindervormige huis bevinden zich tien gaten waarin de zogenoemde pompelementen of een blindprop kunnen worden geschroefd. Een en ander gebeurt op de wijze zoals in de onderstaande tekening is aangegeven. Bij het gemaal De Antagonist zijn drie pompelementen geplaatst die de lagers aan beide zijden en de pakkingbus van de bemalingspomp van smeervet voorzien.

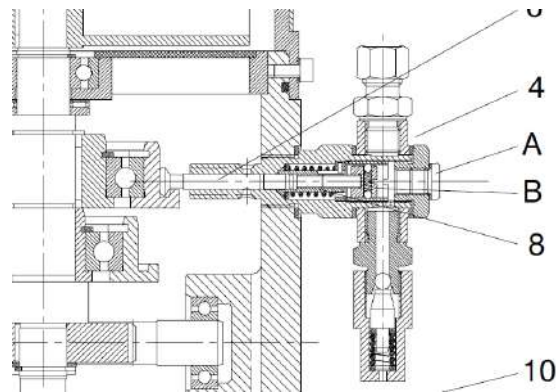


Plaatsen van een pompelement

Het pompelement bestaat uit een ingenieus systeem waarmee de effectieve persslag van plunjer kan worden ingesteld doormiddel van het in- of uitschroeven van een stelring. Als in de tekening van dit element op de volgende bladzijde de stelring B helemaal wordt uitgedraaid dan zal het vet in het perskanaal alleen maar heen en weer bewegen en geen druk worden opgebouwd. Als de stelring B wordt ingedraaid zal de slag van het bosschuijfe worden beperkt en zal er druk worden opgebouwd die de veerbelaste terugslagklep open drukt waardoor er smeervet naar het op het element aangesloten smeerpunt wordt geperst.

Bij de eerste in bedrijfstelling of na een revisie moet het smeersysteem ontluicht worden. Dit doet men door de op de vetpomp aangesloten leiding bij het smeerpunt los te nemen en de pomp net zolang te bedrijven tot er stootsgewijs een kleine hoeveelheid vet uit de desbetreffende leiding komt. De onderhavige vetpomp bij het gemaal wordt aangedreven door de machine-as met behulp van een drijfriemoverbrenging. De hoofdmotor moet dus in bedrijf gesteld zijn om de pompelementen te kunnen ontluichten. Dit is een omslachtige werkwijze, daarom wordt aanbevolen om een hulpconstructie te maken en de pompas aan te drijven met bijvoorbeeld een handboormachine.

Door het aantal omwentelingen en de hoeveelheid ontwijken vet per tijdseenheid vast te stellen kan men bepalen of het onderhavige smeerpunt in voldoende mate wordt gesmeerd danwel dat de vethoeveelheid moet worden bijgesteld.



Tekeninguitsnede van het pompelement

De vethoeveelheid bij de toegepaste vetpomp kan per pompelement en dus smeerpunt worden ingesteld. Hiertoe moet eerst de stop A -zie de tekening hierna- met behulp van een inbussleutel uit het onderhavige pompelement worden geschroefd. Vervolgens kan men dan met een schroevendraaier de stelring B verdraaien waarbij het rechtsom draaien meer vet en linksom draaien minder vet betekent. De vethoeveelheid is regelbaar tussen 0,05 en 0,12 cm³ per pompslag. De uiteindelijk toegevoerde hoeveelheid vet naar een smeerpunt is afhankelijk van het toerental van de pompas. Dit toerental dient nog nader te worden bepaald.

Omdat de glijlagers van de bemalingspomp weliswaar enigszins afgeschermd in verbinding staan met het polderwater moet een smeervet worden toegepast waarvan het (metaalzeep)skelet niet oplost in water, zoals dat bijvoorbeeld met een kalkzeep het geval is. Bij de twee lagers en de pakkingbus van de onderhavige bemalingspomp wordt van het fabricaat toegepast. Het bijvullen van het smeerapparaat moet met zorg gebeuren waarbij we moeten voorkomen dat er stof of andere verontreinigingen in het te gebruiken smeervet terechtkomen. Omdat ook smeervet, als gevolg van het contact met zuurstof, veroudert, moeten we de vetvoorraad zo klein mogelijk houden en de voorraadkamer of -bus na gebruik goed sluiten.

2.5 Bediening en onderhoud

In deze paragraaf worden de diverse handelingen besproken alsmede de volgorde waarin zij plaatsvinden voor het inbedrijf stellen van de bemalingsinstallatie.

2.5.1 Installatieonderdelen

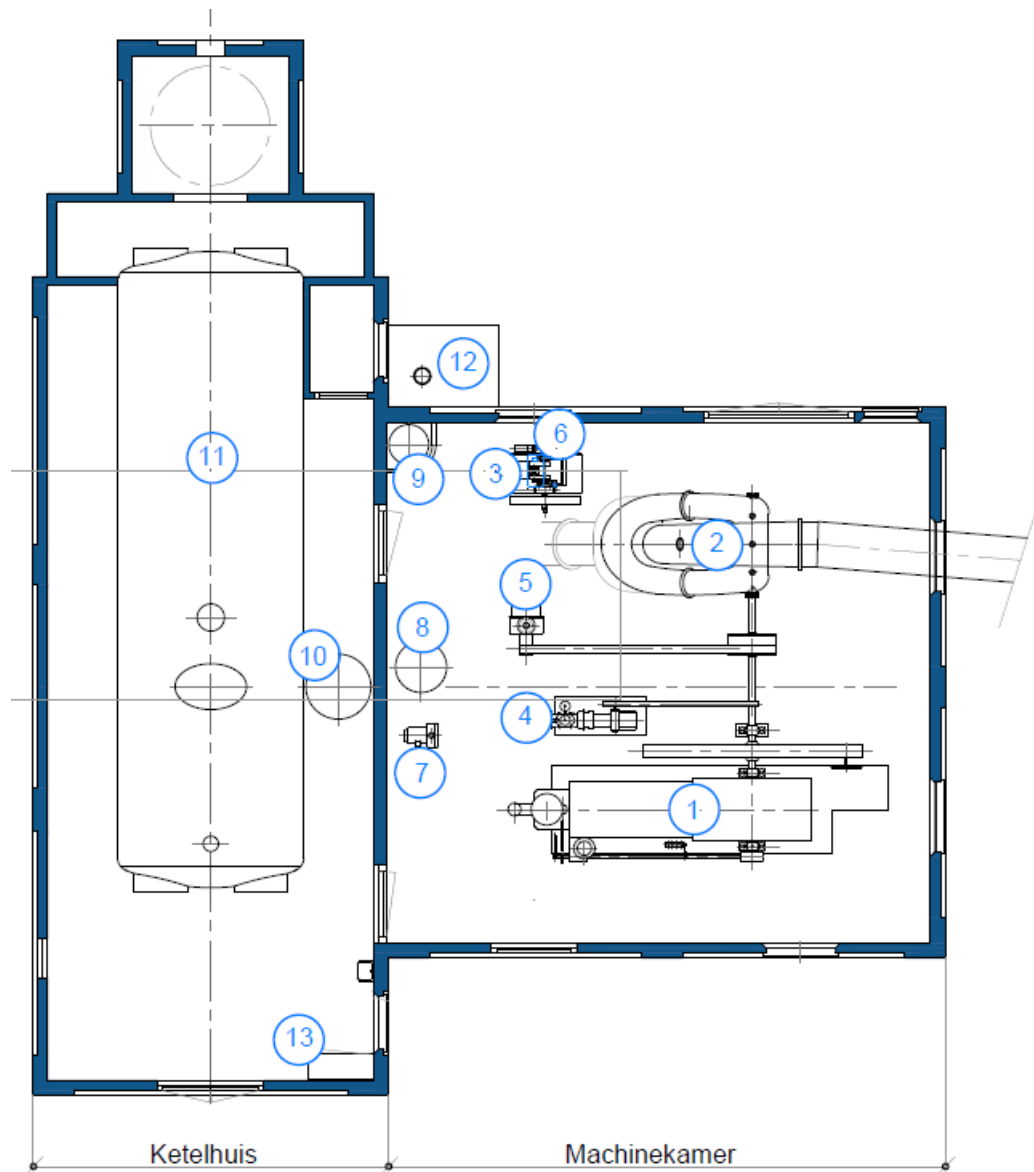
De cijfers in de hierna volgende plattegrond van het gemaal corresponderen met de volgende installatieonderdelen of machines:

2.5.1.1 Machinekamer

- 1 Viertakt dieselmotor van het fabricaat Crossley
- 2 Rechstreks door de hiervoor genoemde dieselmotor aangedreven centrifugaalwaaierpomp
- 3 Mengselmotor (benzine) van het fabricaat Crossley voor de aandrijving van de startlucht-compressor
- 4 Door een drijfriem vanaf de hoofdas aangedreven koelwaterpomp
- 5 Door een drijfriem vanaf de hoofdas aangedreven vacuümpomp
- 6 Door een mengselmotor (benzine) van het fabricaat Crossley aangedreven startlucht-compressor
- 7 Door een elektromotor aangedreven startluchtcompressor
- 8 Startluchtvat
- 9 Dieselolie voorraadvat/dagtank

2.5.1.2 Voormalig ketelhuis en buiten het bemalingsgebouw

- 10 Koelwaterreservoir
- 11 Voormalige brandstofvoorraadtank
- 12 Rookgasafvoer en knalkelder
- 13 Schakel- en verdeelkast voor de elektrotechnische installaties



Plattegrond van het gemaal De Antagonist

2.5.2 Bediening van de installatie

De installaties van het gemaal De Antagonist zijn ingericht volgens de omstreeks begin negentiende eeuw geldende voorschriften, richtlijnen en gebruiken. Behalve het aanpassen van de elektrotechnische installaties zijn er geen veranderingen doorgevoerd. Dit betekent dat net als vroeger tijdens het in- en uit bedrijf stellen en het gebruik minimaal één deskundige persoon aanwezig moet zijn om oordeelkundig te kunnen handelen en in te grijpen als er iets mis dreigt te gaan tijdens de bedrijfsvoering. Deze persoon moet minimaal op de hoogte zijn van alle hierna beschreven procedures en handelingen.

Bij de bediening van een dieselmemaal worden de fasen voorbereiding, inbedrijfstellen, bedrijfsvoering en het uit bedrijf nemen onderscheiden. Van elke fase worden hierna in chronologische volgorde de belangrijkste aandachtspunten en handelingen voor de dienstdoende machinist(en) beschreven. Nadat de installatie uit bedrijf is genomen, volgt het reguliere en periodieke onderhoud en bij langdurige stilstand van de installatie de conservering van de onderdelen.

2.5.2.1 Voorbereiding

Het gemaal De Antagonist wordt na uitgebreide revisiewerkzaamheden, na groot onderhoud en bij speciaal aangemerkte dagen waarbij ook publiek aanwezig is in bedrijf gesteld. In deze gevallen wordt aandacht gevraagd voor of moet ervoor gezorgd worden dat:

1. Een hoofdverantwoordelijk wordt aangewezen die ervoor zorgt dat alle handelingen in de juiste volgorde en op de juiste wijze worden uitgevoerd
2. Dat de afschermingen van draaiende en bewegende delen zijn aangebracht
3. Er voldoende brandstoffen en smeermiddelen in het gemaal aanwezig zijn voor de bedrijfsvoering
4. Het gemaal c.a. schoon zijn, en alle te bedienen organen voor de machinist goed en veilig bereikbaar zijn
5. Er door de voor de bediening aangewezen personen voldoende beschermende kleding en deugdelijk schoeisel wordt gedragen

2.5.2.2 Inbedrijfstelling

De inbedrijfstelling van de gemaalinstallaties vindt plaats door minimaal twee deskundige personen in de hierna aangegeven volgorde van handelen.

1. Luchtvat op druk brengen

Zo nodig moet eerst het startluchtvat op druk worden gebracht met of de elektrisch aangedreven luchtcompressor of de luchtcompressor die door de benzinemotor wordt aangedreven. De elektrisch aangedreven luchtcompressor kan, nadat de kogelkranen L en K bij het luchtvat zijn geopend, met behulp van de groene drukknop op het schakelkastje in bedrijf worden gesteld. Voor het op druk brengen van het luchtvat met de door de verbrandingsmotor aangedreven compressor wordt verwezen naar de paragraaf in deze Leidraad waar deze motor met de aangehangen compressor besproken wordt.

Het is niet toegestaan de veiligheid G van het startluchtvat hoger af te stellen en deze onder een hogere druk te brengen dan 16 kg/cm².

2. Voorsmeren

Voorsmeren hoofdmotor

Controleer het oliepeil in de reservoirs van alle met ringsmering uitgevoerde glijlagers en vul zo nodig bij met de hierna aangegeven transmissieolie MP 90 van Croon. Beweeg met een vinger of spatel de oliering van deze lagers totdat er een hoeveelheid olie op de bovenkant van de as is aangevoerd.

Vul de oliepoten van de lagers met gebruikssmering met dezelfde oliesoort, licht de naald hiervan en controleer of de smeerolie druppelsgewijs naar het betreffende lager stroomt.

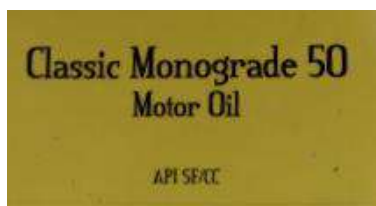
Voor zover nodig moeten ook de reservoirs van het smeertoestel worden bijgevuld en door



bediening van de kleine lepelvormige hefbomen onder de peilglazen op de pomp de pompwerking van het smeertoestel gecontroleerd worden. De hefbomen moeten net zo lang worden bediend tot er in het betreffende kijkglas een aantal druppels olie is opgestegen en door de pomp naar het betreffende smeerpunt is geperst. Na langdurige stilstand van de motor, maar vooral na reparaties waarbij de smeerolieleidingen zijn losgenomen, moeten we een flink aantal druppels verpompen en door het iets lossen van de koppeling in de smeerolieleidingen bij het smeerpunt de doorvoer ervan controleren.

Smeertoestel

Eerder in deze leidraad is aangegeven dat het smeertoestel twee oliereservoirs heeft. Het linker reservoir hiervan moet met motorolie Classic Monograde 50 worden gevuld en het rechter reservoir met transmissieolie Classic Gear MP 90 van het merk Kroon-Oil.



Toegepaste smeeroliesoorten en merk

Voorsmeren bemalingspomp

Vervolgens voorzien we de twee glijlagers van de bemalingspomp van een kleine dosis extra smeervet door de schroefdeksel van de Stauffer vetpotten boven op de lagers twee slagen aan te draaien. Tijdens bedrijf worden deze pomplagers met behulp van het automatische vetsmeerapparaat van smeervet voorzien. Wel moeten we ervoor zorgen dat zowel de vetpotten als het reservoir van het smeerapparaat steeds goed gevuld zijn.

Het bijvullen mag alleen plaatsvinden bij stilstaande motor vanwege de niet-afgeschermd draaiende delen van de hoofdmotor in de directe omgeving van het smeersysteem.

Voorsmeren koelwaterpomp

De tandwieloverbrenging en de andere draaiende en bewegende delen van het krukstangmechanisme van de deze zuigerpomp worden met olie gesmeerd. De olie wordt door de bewegende delen zelf uit het carter naar de te smeren punten aangevoerd. Het teveel vloeit terug naar het carter. We noemen dit spatsmering. De controle op een goede smering bestaat uit die van het olieniveau in de kleine krukstang van de pomp. Hiervoor is aan de buitenzijde van de krukstang een merkteken aangebracht.

Voorsmeren vacuümpomp

De vacuümpomp wordt met vet gesmeerd. Bij het voorsmeren zorgen we ervoor dat de Stauffer vetpotten aan beide zijden van de pomp gevuld zijn en dat de lagers van een geringe hoeveelheid smeervet worden voorzien door de hiervoor bedoelde schroefdop op de pot iets aan te draaien.

In het kader van het schrijven van deze leidraad is onderzoek gedaan naar de wijze waarop de buitenste pulley, de vrijlooppulley, wordt gesmeerd. Dit onderzoek heeft niet geresulteerd in een

bevredigend resultaat. Het verdient derhalve aanbeveling bij reparaties aan deze pomp hier aandacht aan te besteden. Dit om controle op de goede werking en onderhoud beter uit te kunnen voeren.

Door de riem op de vrijlooppulley te leggen, kunnen we door de aandrijfpulley handmatig te verdraaien controleren of de waaier van de pomp niet is vastgekoekt.



Smeerpunten vacuümpomp blauw omcirkeld

3. Bijvullen sperwater vacuümpomp

Bij langdurige stilstand zal het sperwater in de vacuümpomp verdampen en zal deze niet meer functioneren. Ook als de pomp wordt afgetapt om deze tegen vorst te beschermen, moeten we daarom voor het inbedrijfstellen het pomphuis vullen met water. Hiertoe verwijderen we de bruin omcirkelde prop van het standpijpje aan de zijkant van de pomp en gieten we er net zoveel water bij tot het pijpje overstroomt. Tijdens bedrijf zal een klein deel van het water met de luchtstroom worden meegesleurd en afgevoerd. Dit maakt het noodzakelijk om iedere keer als de installatie in bedrijf wordt gesteld water bij te vullen. Ook de lage druk en hoge temperatuur van de lucht in het systeem zorgt voor snelle verdamping en dus voor afvoer van het sperwater en als gevolg daarvan een tekort ervan.

4. Ontluchten brandstofsysteem

In de hoofdmotor van het gemaal De Antagonist wordt 'normale' dieselolie verstookt. De motor is echter ook geschikt om zwaardere en bij kamertemperatuur viskeuzere brandstoffen te verstoken. Voor het ontluchten, het starten en het stoppen moet dan een andere dan de hierna beschreven procedures worden gevolgd. Deze uitgebreidere procedure voor zwaardere brandstoffen is beschreven in de Engelstalige handleiding achter in deze Leidraad en blijft hier achterwege.

Het ontluchten gebeurt met behulp van de hierna afgebeelde zwengel aan de brandstof. Met deze zwengel wordt handmatig de plunjer van de brandstofpomp bewogen en is te vergelijken



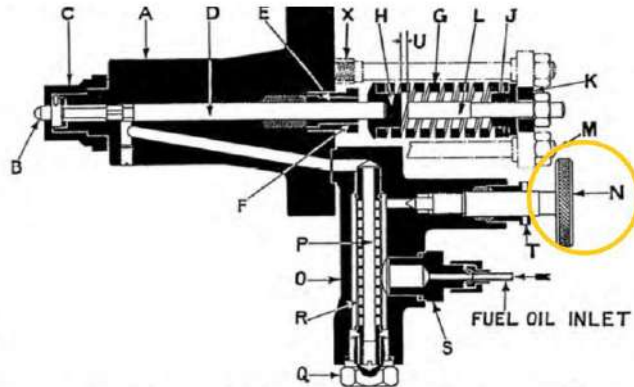
met de neerwaartse beweging die wordt veroorzaakt door de brandstofnok. Om die reden kan het ontluchten van het brandstofsysteem alleen plaatsvinden voor of nadat brandstof wordt ingespoten onder bedrijfsomstandigheden, dus niet in de startpositie van de motor.

Het uiteindelijke ontluchten van het brandstofsysteem gebeurt zoals hierna beschreven. Het is verstandig eerst het prinsipeschema van het brandstofsysteem bij de paragraaf over de inrichting van het brandstofsysteem in deze Leidraad te raadplegen.

Brandstof pomp met zwengel voor ontluchten

Eerst openen we de toevoerafsluiters op de iets hoger opgestelde brandstofdagtank in de hoek van de machinekamer. Hierdoor stroomt er onder vrij verval via de heater en het gaasfilter dieselolie naar de zuigklep van de brandstofpomp. De eventueel hierin verzamelde lucht ontsnapt via de daarvoor aangebrachte ontluchtingsleiding op de heater naar de overlooptrechter.

Vervolgens openen we de in de tekening okerkleurig omcirkelde ontluchtingsafsluiter N op de verstuurder en pompen we met de zwengel aan de brandstof tot er bij de overlooptrechter geen lucht meer meekomt met de brandstof uit de ontluchtingsleiding.



Doorsnede verstuiver (ontluchttingsafsluiter omcirkeld)

De ontluchttingsleiding komt uit in de hoog opgestelde overlooptrechter aan de voorzijde van de motor. De hierin verzamelde brandstof wordt teruggevoerd naar de lager opgestelde heater van het brandstofsysteem.

Op het moment dat er geen lucht meer ontwijkt, sluiten we de naaldafsluiter en testen we de verstuiver twee of drie pompslagen.

Hierbij moeten we een grote krachtsinspanning verrichten omdat de verstuivernaald tegen de veerdruk in moet openen. Soms kunnen we en de verstuiver horen kraken als teken dat deze goed functioneert.

Hierna openen we de ontluchttingsafsluiter weer, zodat er bij het starten geen brandstof in de dan nog koude verbrandingsruimte wordt gespoten.

5. Tornen van de hoofdmotor

Om ervoor te zorgen dat, voor het in bedrijf stellen van de motor, de smeerolie goed over de te smeren loop- en glijvlakken van de bewegende delen van de motor is verdeeld, moeten we



deze na het zogenaamde voorsmeren handmatig tornen met de hiernaast afgebeelde inrichting. Om te kunnen tornen, moeten we eerst de inrichting ontgrendelen (zie de beschrijving van de torninrichting) en het op de as van de torninrichting bevestigde tandwiel tussen die van de tanden op het vliegwiel duwen. We tornen een motor altijd in de draairichting; in dit geval betekent dit dat we het grote handwiel rechtsom moeten draaien.

Vooraanzicht torninrichting

Om zonder al te grote krachtsinspanning te kunnen tornen, moeten we met de kleplicher, de bruin omcirkelde hefboom naast de rol op de tuimelaar van de uitlaatklep, de uitlaatklep lichten en er dus geen compressie kan plaatsvinden.

Hierna moet de rol op de tuimelaar van de uitlaatklep naar links worden verschoven zodat deze ook boven die van de smalle decompressienok komt te liggen. Na het verschuiven moeten we de borgpen op de juiste plaats in het gaatje van de nokrol-as steken.

Deze pen, in de figuur okerkleurig omcirkeld, voorkomt het ongecontroleerd verschuiven van de nokrol.



Kleplichter



Borgpen

Tijdens het starten, zo zal hierna worden uitgelegd, wordt, door de nokrol terug te schuiven, de decompressierol weer buiten werking gesteld en wordt de pen in het tegenoverliggende gaatje in de nokrol-as gestoken. Hiermee wordt voorkomen dat deze tijdens bedrijf wordt geactiveerd en de motor stopt. De machinist gebruikt de pen vaak ook om de rol opzij te schuiven en voorkomt daarmee dat zijn vingers bekneld raken tussen de rol en de nok.

Nadat we de krukas minimaal drie keer hebben rondgedraaid, plaatsen we de zuiger in de startpositie; dat wil zeggen ongeveer 10 krukgraden door de uiterste buitenpositie van de zuiger, waarbij zowel de inlaat- als de uitlaatklep gesloten zijn. Ter verduidelijking: de zuiger bevindt zich dan aan cilinderdekselzijde, terwijl we de nokrol van zowel de inlaat- als de uitlaatklep met de hand kunnen verdraaien.

Bij modernere motoren is op het vliegwiel een gradenverdeling en een positie-aanduiding van de zuiger aangebracht. Dat is hier niet het geval, maar dat kan eventueel worden ondervangen door zelf een krijt of verfstreep op het vliegwiel aan te brengen die correspondeert met een vast punt van het motorframe en de gewenste positie van de zuiger om de motor te kunnen starten. Op de foto hierna is te zien hoe dit gedaan is bij de stoommachines van Stoomgemaal De Tuut in Appeltern. De rode streep met de centerponsmarkering is één van de twee uiterste posities van de zuiger, de rood geverfde tand op het vliegwiel geeft de stand aan om te kunnen starten. In beide gevallen plaatsen we de markering tegenover het vaste punt op het motorframe. Op dezelfde manier kunnen we ook andere markeringen op het vliegwiel aanbrengen, zoals bijvoorbeeld het begin van het inspuiten van de brandstof.



Voorbeeld markering op vliegwiel

Na het tornen zetten we de kleplichter weer voorzichtig terug in de bedrijfsstand. Dit moet voorzichtig gebeuren om te voorkomen dat de klepschotel of -steel niet beschadigen door de kracht van de sterke klepveer. Hierna schakelen we de torninrichting uit en verzekeren we ons ervan dat deze goed is vergrendeld. De motor is nu gereed om in bedrijf gesteld te worden.

2.5.2.3 In bedrijf stellen van de gemaalinstallatie

1. Starten van de motor

1. Voordat we de hoofdafsluiter op het startluchtvat openen, moeten we eerst controleren of er geen personen zich tussen de machinedelen bevinden. Dit betekent dat bezoekers, maar ook hulpmachinisten die geen directe bemoeienis hebben met de startprocedure, op veilige afstand moeten worden gehouden, zodat de machinisten die de motor in bedrijf moeten stellen niet gehinderd worden bij het bedienen van de verschillende onderdelen.
2. Na dat de afsluiter op het luchtvat is geopend, zal lucht via de nokbediende klep onder de motor naar de startafsluiter in het front van de motor worden gevoerd. Door deze met een **rechtsom draaiende beweging van het handwiel** te openen, zal de motor in beweging komen en bewegingsenergie in het grote vliegwiel worden opgeslagen. Na twee à drie omwentelingen sluiten we de ontluichtingsafsluiter N op de verstuiver en verschuiven direct daarna de nokrol van de uitlaatklep naar rechts zodat geen decompressie meer plaatsvindt, de compressiedruk en de temperatuur oploopt en de ingespoten brandstof wordt ontstoken, waardoor de motor aanslaat en zelfstandig begint te lopen.
3. Hierna sluiten we de startafsluiter in het front van de motor en de luchttoevoerafsluiter naar de motor op het luchtvat. **Let op:** het sluiten van de startafsluiter gebeurt op een tegennatuurlijke wijze met een **linksom draaiende beweging van het handwiel van de afsluiter**.

2. Toerenregeling en warmdraaien

1. Na het aanslaan van de motor moet deze met het handwiel op de reguleur op een zo laag mogelijk toerental worden ingesteld. De motor loopt dan onbelast en warmt dan langzaam en gelijkmatig op.
2. Voordat de motor wordt belast, moeten we er zeker van zijn dat alle bewegende delen goed worden gesmeerd en dat het automatisch smeertoestel en het koelwatersysteem naar behoren werkt.

3. Ontluchten koelwaterpomp

1. De koelwaterpomp is met behulp van een drijfriem verbonden met de hoofdas van de hoofdmotor. Dit betekent dat zodra de motor draait ook de pomp in werking wordt gesteld. In de meeste gevallen is dit niet noodzakelijk voor de koeling van de motor, omdat deze is aangesloten op een groot koelvat met op dat moment nog voldoende koud koelwater. Echter, om er zeker van te zijn dat de pomp functioneert als dit wel nodig is, ontluchten we deze in de opstartfase van de installatie en 'bypassen' we de waterstroom van deze pomp. Soms is het nodig om de pomp aan te gieten met water. In dat geval sluiten we behulp van de rode kraan de zuigleiding van de pomp met een slang aan op de waterleiding.

2. Inschakelen vacuümpomp

1. Het gemaal De Antagonist is maalvaardig. Dit betekent dat er water kan worden verpompt, maar dit kan pas nadat de pomp en het bijbehorende leidingsysteem is geëvacueerd. Dit gebeurt op de volgende wijze.
2. Zodra motor loopt en enigszins is opgewarmd, schakelen we de vacuümpomp in door de drijfriem te verleggen. We maken hierbij gebruik van de riemverlegger die naast de pomp (zie afbeelding) op de machinekamervloer bevestigd is. Zodra de vacuümpomp loopt, zal deze via de leiding op de rechter zuigbocht van de pomp de lucht uit het systeem zuigen.



Riemverlegger

Eerst zal dat snel gaan, maar hoe hoger het vacuüm, hoe ijler de lucht en hoe langer het duurt voor het vereiste vacuüm wordt bereikt. Bovendien is de capaciteit van de vacuümpomp relatief klein in verhouding tot het luchtvolume van het pomphuis en de zuig- en persleiding. Hierdoor duurt het sowieso lang voordat het systeem is geëvacueerd en de bemalingspomp water verzet.

2.5.2.4 Bediening gemaalinstallatie

Als de gemaalinstallatie eenmaal in bedrijf is gesteld, moeten er verschillende handelingen worden verricht om ervoor te zorgen dat alle in gang gezette processen verlopen zoals het hoort en onregelmatigheden tijdig worden opgemerkt om schade aan de installatie te voorkomen.

Omdat deze oude installatie nauwelijks is uitgerust met meetinstrumenten waarmee we afwijkingen -bijvoorbeeld een te hoge temperatuur van een lager- kunnen vaststellen, wordt een sterke wissel getrokken op het zicht, gehoor en gevoel van de dienstdoende machinist(en).

Hierna volgen een aantal zaken die tijdens het in bedrijf zijn van de installatie gecontroleerd moeten worden of waarop gelet moet worden.

Het is verstandig de uitgevoerde handelingen, waarnemingen en verbruiken in een journaal vast te leggen. In bijlage 9 wordt hiervan een voorbeeld gegeven.

1. Toerenregeling

Het is een goede gewoonte om een verbrandingsmotor langzaam op temperatuur te laten komen, zodat de onderdelen gelijkmatig uitzetten en de warmtespanningen in de onderdelen van de motor beperkt blijven. Hiermee voorkomen we scheurvorming en slijtage. Het langzaam op temperatuur brengen, bereiken we door de motor niet, of minimaal, te belasten en te draaien met een gereduceerd toerental. Bij het gemaal De Antagonist bereiken we dit door te wachten met het inschakelen van vacuümpomp en het handwiel op de hefboom van de reguleur zover terug te draaien dat een rustige gang van de motor wordt bereikt en deze niet stilvalt.

Zodra de temperatuur van de afvoerleiding meer dan handwarm is, kunnen we de vacuümpomp inschakelen en het toerental van de motor iets opvoeren. Zodra de pomp gevuld raakt, zal het door de motor te leveren vermogen toenemen en de reguleur ervoor zorgen dat er meer brandstof wordt ingespoten om dat vermogen te kunnen leveren. Hierbij blijft het toerental gelijk. Als gevolg van de vermogenstoename zal de koelwatertemperatuur steeds verder oplopen.

Als we het debiet (de verpompte hoeveelheid water per minuut) willen laten toenemen, dan moeten we de motor sneller laten draaien door de reguleur met het hiervoor aangegeven handwiel verder uit te draaien.

Omgekeerd zal het vermogen dat door de motor geleverd wordt afnemen als we de motor langzamer laten draaien. Ook de koelwatertemperatuur daalt dan. Hiervan maken we gebruik bij het uit bedrijf nemen van de installatie waarbij op het laatst ook het vacuüm van het systeem verbroken wordt en er dus nauwelijks nog sprake is van enige belasting.

Opgemerkt wordt dat het debiet, de opvoerhoogte en het vermogen respectievelijk evenredig, kwadratisch en tot de derde macht toenemen met het toerental. Dit betekent dat het gevraagde vermogen snel toeneemt bij het verhogen van het toerental en dat we ons moeten houden aan het maximaal voorgeschreven toerental van 100 omw/per min om te voorkomen dat de motor wordt overbelast. Incidenteel mag kortstondig met een toerental van maximaal 120 omw/min worden gedraaid.

In Deel IV van deze Leidraad is meer te lezen over dit onderwerp.

2. Startlucht

Nadat de installatie in bedrijf is gesteld moeten we het startluchtvat weer op druk brengen. Dit kan met behulp van de elektrische of de door de benzinemotor aangedreven luchtcompressor. Bij gebruikmaking van de elektrisch aangedreven kan worden volstaan met het openen van de twee vulkranen bij het luchtvat en inschakelen van de elektromotor.

Als gebruik wordt gemaakt van de door de benzinemotor aangedreven compressor, dan zijn we gebonden aan een omslachtige startprocedure van de betreffende aandrijfmotor. De startprocedure hiervan wordt beschreven in de paragraaf waar de werking van de motor is beschreven.

In alle gevallen moeten we gedurende het luchtpompen met enige regelmaat het zich in het persluchtvat verzamelde condensaat aftappen.

3. Smeren

Tijdens het draaien moeten alle draai- en glijpunten worden gesmeerd en de lagers moeten gecontroleerd worden op eventueel warmlopen. Verder moet op gezette tijden de olie van de druppelpotten worden bijgevuld en het meedraaien van de sleepringen van de lagers worden gecontroleerd. Hierbij moeten we de eventueel gemorste olie of overtollig smeervet opnemen met een niet pluizende doek.

De temperatuur controleren van lagers gebeurde in het verleden met de rug van de hand. Tegenwoordig maken we uit veiligheidsoverwegingen gebruik van een infrarood thermometer, waarbij we ook de beschikking krijgen over een getalwaarde.

Het met de rug van de hand controleren van de lagertemperatuur is niet voor alle situaties toepasbaar en behoeft bovendien enige praktische ervaring. We moeten dan altijd voelen bij de onderkant van het lager omdat daar de grootste belasting en dus eventuele warmteontwikkeling plaatsvindt. Als een lager warm loopt, is dit meestal het gevolg van een falende smering, bijvoorbeeld een verstopt oliekanal, een uitgedroogd 'katoentje' of een verkeerd afgestelde oliedruppelaar. Het is daarom van belang scherp toe te zien op het olieverbruik van elk smeerpunt. Ook na vervanging of correctie van de speling van een lager kan deze makkelijk warmlopen en dat is de reden om na een dergelijke revisie en de eerste opstart extra alert te zijn op warmlopen. Door het warmlopen stijgt de temperatuur met als gevolg dat het lager uitzet, de passing geringer wordt en als gevolg daarvan de temperatuur exponentieel verder stijgt. We moeten ons er dan ook bewust van zijn dat het warmlopen vaak een kwestie van slechts enkele minuten is.

4. Koeling

Tijdens bedrijf moeten de doorstroming en de temperatuur van het koelwater gecontroleerd worden. De temperatuur wordt gemeten bij de uitlaat van het koelwater boven op de cilinder. De temperatuur mag niet meer dan 55 °C bedragen. Zodra de temperatuur te hoog wordt, moet met behulp van de koelwaterpomp polderwater naar het koelvat worden gepompt. Dit doen we door de bypass afsluiter van de koelwaterpomp geheel of gedeeltelijk te sluiten. Het koelvat voert nu eenzelfde deel aan warm water af via de overloop van het vat waardoor de aanvoertemperatuur naar de motor gelijk blijft of, als er te veel koud polderwater naar het vat gevoerd wordt, zelfs daalt. In dat laatste geval verminderen we de watertoevoer naar het koelvat door de bypass afsluiter iets verder te openen.

5. Roken van de motor

Het is een goede gewoonte om tijdens maalbedrijf de kleur van de uitlaatgassen te controleren en daarvan de al of niet goede werking van de motor af te leiden.

Als de uitlaat warm en het buiten niet te koud is, dan zullen we bij een goed afgestelde motor geen of licht grijze rook waarnemen. Witte rook is gecondenseerd uitlaatgas (overwegend waterdamp) dat ontstaat bij een koude uitlaatgassenleiding en koude weersomstandigheden. Donker gekleurde uitlaatgassen zijn een teken dat de verstuiver niet goed functioneert, een koude motor of een verkeerde afstelling van de brandstofpomp. Ook een slechte compressie als gevolg van gebroken of versleten zuigerveren of lekkende in- of uitlaatkleppen kunnen oorzaak zijn van een donkere kleur van de uitlaatgassen.

6. Klopgeluiden en tikken

Klopgeluiden in een verbrandingsmotor zijn het gevolg van bewegingsenergie op bewegende delen door slijtage of overmatige speling hiervan. Deze klopgeluiden doen zich vooral voor als de bewegingsrichting verandert of als de verbranding wordt ingeleid aan het begin van de arbeidsslag.

Soms is een harde tik te horen onmiddellijk na het begin van het inspuiten van de brandstof. Dit is een teken van een te vroeg ingeleide verbranding, dus ruim voor het einde van de compressieslag.

Andere oorzaken voor klopgeluiden zijn:

- Speling op de schroefwieloverbrenging van de zijas. Voor opheffen van deze speling is de onderkant van het zijaslager aan krukaszijde voorzien van een stelschroef. Met deze stelschroef kan het lager worden gelicht waardoor de tanden van de wielen met minder speling ingrijpen.
- Te veel speling in het lager van de grote kop van de zuigerstang of het krukaslager aan zijaszijde. Ook als de lagerkapbouten niet goed zijn aangehaald, heeft dit als gevolg dat de krukas bij een krachtpuls omhoog wordt gedrukt en een hard klopgeluid veroorzaakt. Het spreekt voor zich dat een te grote lagerspeling bij de eerstvolgende onderhoudssessie moet worden gecorrigeerd. Onvoldoende aangehaalde lagerkapbouten moeten worden opgemerkt tijdens de inspectie waarbij we met een hamer tegen de moeren van de lagerkapbouten tikken. Zie hiervoor ook de betreffende paragraaf van Deel IV van deze Leidraad.
- Loszittende spieverbinding van het vliegwiel. Op het moment dat het vermoeden bestaat dat het vliegwiel zich los van de as -waarop deze bevestigd is- kan bewegen, moeten we de motor onmiddellijk stoppen om te voorkomen dat de as en de naaf (verder) beschadigen. De kopspie moet worden vernieuwd en ter plaatse door een ervaren bankwerker worden pasgemaakt.
- Te ruime passing van de zuiger en zuigerveren.
- Gebroken zuigerveren. Zodra het vermoeden bestaat dat zuigerveren gebroken zijn, moet de motor gestopt worden en revisie van de zuiger plaatsvinden.
- Stootranden in de cilinder. Stootranden in een cilinder ontstaan als gevolg van slijtage door de zuigerveren. Als bij een revisie van de drijfstanglagers nagelaten wordt deze stootranden weg te slijpen, zal bij het opnieuw in bedrijf stellen van de motor de eerste compressiezuigerveer tegen deze rand in de cilinder botsen en meestal breken of bij elke omwenteling een hard tikkend geluid veroorzaken. Het spreekt voor zich dat een dergelijke omissie bij een vakkundig uitgevoerde revisie zich niet voordoet.

- Te grote zuigerpenspeling. Dit heeft naast het klopgekluid als gevolg dat de drijfstangbouten overrekt worden en op gezette tijden vervangen moeten worden om breuk te voorkomen. Zie ook de voorgaande paragraaf waar de drijfstang wordt beschreven.
- Te grote klepspeling.

De oorzaak van een aantal van de hiervoor aangegeven geluiden kunnen voorkomen worden door vakkundig onderhoud. De overige kunnen pas worden weggenomen nadat de motor is gestopt en door middel van nader onderzoek de daadwerkelijke oorzaak is aangetoond.

2.5.2.5 Uit bedrijf nemen

Hierna wordt beschreven hoe de bemalingsinstallatie op een gecontroleerde wijze uit bedrijf moet worden genomen. Daarna wordt beschreven hoe te handelen als er door wat voor oorzaak dan ook een zogenaamde noodstop gemaakt moet worden of als de motor uit zichzelf stopt.

1. Gecontroleerd uit bedrijf nemen

Bij een gecontroleerd uit bedrijf nemen van de bemalingsinstallatie heeft de machinist zelf de regie over de wijze waarop hij de installatie stopzet en het tijdstip van handelen. Voor het stopzetten moeten de volgende handelingen worden uitgevoerd.

- Toeren verminderen zodat de motor afkoelt. We kunnen hier kiezen voor een toerental dat overeenkomt met dat van het starten van de motor. Er zal dan nauwelijks water worden verzet.
- Vacuüm verbreken door in het slakkenhuis met behulp van de driewegkraan boven op de pomp lucht uit de machinekamer toe te laten. Dit gebeurt met een oorverdovend lawaai. Doordat de pomp nauwelijks water meer verzet, zal de terugslagklep aan het einde van de persleiding bijna op zijn aanslag rusten en zachtjes sluiten. Hierdoor treden geen schokgolven op in het leidingsysteem als gevolg van waterslag.
- Nu de motor onbelast draait, zal zij snel verder afkoelen en kunnen we deze na enige tijd stoppen door de ontluchtingsafsluiter N op de verstuurder open te draaien.
Een andere manier om de motor te stoppen, is de zwengel op de brandstofpomp voor het doorpompen omhoogtrekken en net zolang in die stand vasthouden tot de motor stilstaat.
- Hierna sluiten we bij de dagtank de brandstoftoevoer naar de motor af en stellen we de oliepoten buiten werking.

In de volgende paragraaf over onderhoud wordt aangegeven hoe te handelen als hierna de motor voor lange tijd buiten bedrijf wordt gesteld.

2. Gecontroleerde noodstop

Om een aantal redenen, er loopt bijvoorbeeld een lager warm, moet de motor zo snel mogelijk worden gestopt. We hebben dan niet de tijd om alle procedures te doorlopen die voor een gecontroleerd uit bedrijf nemen van de motor van toepassing zijn. De machinist moet dan als volgt handelen:

- Afhankelijk van de urgentie voor een noodstop verlagen we in een minder ernstige situatie eerst het toerental van de motor en direct daarna verbreken we zo langzaam mogelijk het vacuüm van het leidingsysteem en de pomp.

- Dit doen we door de kraan boven op de pomp slechts gedeeltelijk te openen, we noemen dit knijpen in jargon. Vervolgens openen we de ontluuchtingsafsluiter op de verstuiver van de motor waarna deze stopt.
- In een urgente situatie openen we direct de ontluuchtingsafsluiter N op de verstuiver en verbreken we direct daarna het vacuüm. We kunnen ook ervoor kiezen om tijdens de uitloop van motor de ontluuchtingsafsluiter hierna nog een aantal keren te sluiten en kort daarna weer te openen. Hierdoor zal het toerental minder snel afnemen, de terugslagklep langzaam sluiten en is er minder kans op waterslag.
- In het geval dat een noodstop is gemaakt vanuit een zwaar belaste situatie is het raadzaam direct na de noodstop de motor te tornen. Hierdoor wordt de warmte beter verdeeld over de verschillende contactvlakken van de motor en blijven extreme warmtespanningen in de materialen achterwege.

3. Ongecontroleerde noodstop

Om -op dat moment- onbekende redenen kan de aandrijfmotor tijdens bedrijf, plotseling, uit zichzelf stoppen. De machinist moet dan snel als volgt handelen. In dit verband wordt opgemerkt dat er bij een draaiende installatie nooit te veel bezoekers in de machinekamer aanwezig mogen zijn omdat die een snel handelen kunnen belemmeren.

- Vacuüm verbreken door de kraan boven op het slakkenhuis van de pomp open te draaien. Hierdoor wordt voorkomen dat, als de terugslagklep niet of onvoldoende sluit, er water terugstroomt en de pomp als turbine gaat werken die de motor in tegengestelde draairichting wil laten draaien.
- Na het incident de brandstoftoevoer naar de motor afsluiten en onderzoeken waardoor de motor is gestopt.
- Als, om welke reden dan ook, de reguleurhefboom niet omhoog komt als de motor met maximum toeren draait, dan moet deze onmiddellijk worden gestopt en de oorzaak worden onderzocht.
- Als, wanneer dan ook, het openen van de ontluuchtingsafsluiter N op de verstuiver niet resulteert in toerenvermindering en het uiteindelijk stil vallen van de motor, dan moet de brandstoftoevoer naar de motor worden gestopt door de zwengel voor de ontluuchting op de brandstofpomp omhoog te trekken.
- Als, door welke oorzaak dan ook, de motor niet wil aanlopen en een aantal keren brandstof in de verbrandingsruimte is gespoten die niet ontstoken is, dan moeten we de decompressiehandel overhalen waardoor via de dan geopende uitlaatklep de niet-ontstoken brandstof wordt weggespoeld.

2.5.2.6 Maatregelen gedurende stilstand van de installatie

Museale gemalen worden in de regel slechts een aantal keren per jaar in bedrijf gesteld. Zij staan dus lang stil en dreigen daardoor gemakkelijk aan de aandacht van de beheerder te ontsnappen waardoor schade aan de installatie of aan de onderdelen kan ontstaan. Hierna volgt een aantal aanwijzingen voor maatregelen die we moeten treffen tijdens (langdurige) stilstand.

Technische installaties

De in het gemaal opgestelde motoren moeten minimaal een keer per maand getornd worden om te zorgen dat onderdelen niet vastkoeken als gevolg van het degraderen van het toegepaste smeermiddel of roestvorming van blanke bewegende delen. Bij het tornen moeten de aan de motoren gekoppelde werktuigen worden ingeschakeld. Voor, of tijdens, het tornen controleren we de werking van de smeertoestellen en de olieniveaus van de smeerpotten en lagerblokken en voorzien we de handgesmeerde smeerpunten van enkele druppels olie. Blank geschuurde machineonderdelen wrijven we in met een vochtige, in olie gedrenkte poetsdoek zodat deze niet roesten.

Het gemaal De Antagonist is uitgerust met een gasgestookte verwarmingsinstallatie. De koelsystemen van de hoofd- en hulpmotor hoeven daarom niet te worden afgetapt, wel moet regelmatig de werking van het verwarmingssysteem gecontroleerd worden. Het verdient aanbeveling deze controle samen te laten vallen met de hiervoor benoemde tornsessie.

Natuur

De bouwkundige constructies van museale gemalen zijn vaak ongewild trekpleisters voor beschermde diersoorten, zoals bijvoorbeeld ooievaars en vleermuizen. Als deze diersoorten aanwezig zijn, kunnen ze het uitvoeren van onderhoud aan het gebouw en de installaties ernstig belemmeren of het in bedrijf stellen ervan in de weg staan. Om dergelijke verrassingen te voorkomen, moet het gemaalgebouw met bijbehorende installaties natuurvrij worden gemaakt door zodanige maatregelen te treffen dat ze niet in hun habitat verstoord hoeven worden of door alternatieve verblijf- en nestmogelijkheden aan te bieden.

2.5.3 Onderhoud algemeen

We onderscheiden een aantal categorieën onderhoud aan technische installaties, te weten:

- **Regulier onderhoud**
Onder regulier onderhoud wordt verstaan het verhelpen van kleine mankementen aan de installaties, het schoonmaken of vervangen van filters en het gangbaar houden door middel van tornen van de motoren.
- **Periodiek onderhoud**
Onder periodiek onderhoud wordt verstaan het op basis van draaiuren of tijd inspecteren van de machineonderdelen en het afhankelijk van de bevindingen eventueel herstellen of vervangen van onderdelen.
- **Preventief onderhoud**
Onder preventief onderhoud wordt verstaan het op basis van een ingeschatte standtijd vervangen van machineonderdelen.
- **Curatief onderhoud**
Onder curatief onderhoud wordt verstaan het vervangen van onderdelen als deze dreigen te falen of hebben gefaald.

Bij het gemaal De Antagonist is sprake van een mix van de hiervoor genoemde onderhoudsvormen. Vooral bij vervanging en reparaties van machineonderdelen laat men zich leiden door de waarnemingen en ervaring met betrekking tot een defect van de machinisten op het gemaal en ingehuurd specialisten; curatief onderhoud dus.

Tot nu toe worden de waarnemingen van de machinisten en de prestaties van de machines niet opgeschreven. Ook de uitgevoerde reparaties worden niet beschreven en gedocumenteerd, waardoor er voor de toekomst belangrijke informatie verloren gaat.

In dit kader wordt dan ook aanbevolen om temperaturen, drukken, toerentallen en waterpeilen in een journaal vast te leggen en de uitgevoerde reparaties in een logboek op te schrijven en uitgebreid te documenteren.

De installaties van het gemaal De Antagonist zijn gemaakt in een periode dat voor schroefdraad van machineonderdelen overwegend de Engelse standaard gebruikt werden, zoals BSW (British Standard Whithworth) en BSP (British Standard Pipe). De spoed van deze schroefdraden wordt uitgedrukt in het aantal gangen per Engelse duim. De maatvoering van de bouten en moeren is ook in Engelse duimen. Dit betekent dat ook 'Engelse' moersleutels gebruikt moeten worden bij reparaties en onderhoud om te voorkomen dat de moeren of boutkoppen beschadigd raken. Voor een aantal grote boutverbindingen zijn bij de levering van de Crossley motor passende moersleutels geleverd. Deze zijn in het gemaal aanwezig.



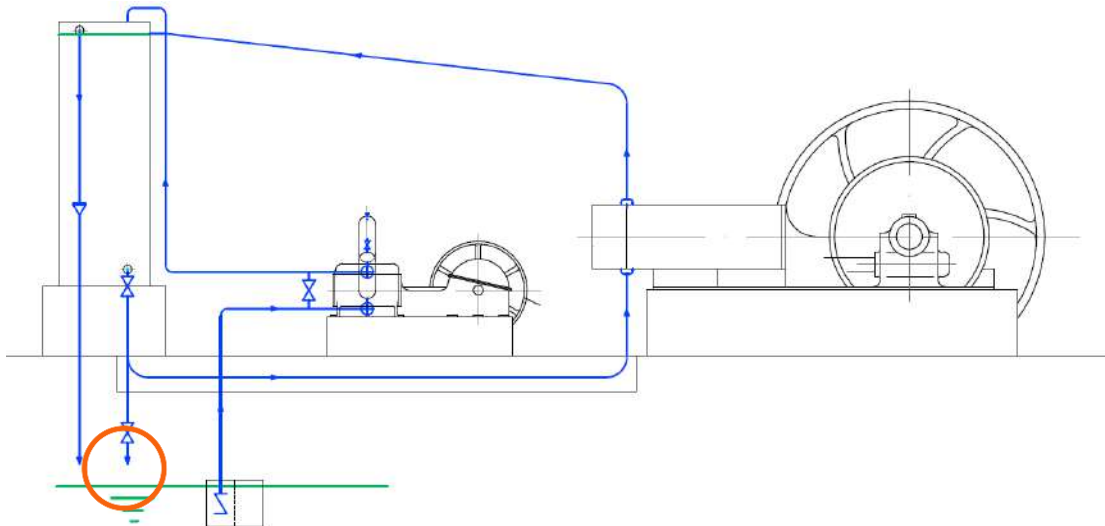
Gereedschapbord

2.5.4 Onderhoud hoofdmotor en bemalingspomp

Door de fabrikant c.q. de leverancier van de hoofdmotor zijn destijds voor de volgende onderdelen de volgende aanbevelingen gedaan voor het onderhoud van de motor.

2.5.4.1 Vorstbescherming

Eerder is aangegeven dat het gemaalgebouw wordt verwarmd en daarmee vorstvrij wordt gehouden. Hier wordt opnieuw erop gewezen dat een continue controle op het functioneren van de verwarmingsinstallatie moet plaatsvinden omdat bevriezing van het koelsysteem desastreuze gevolgen kan hebben voor de motor. Overwogen kan worden om gedurende de winter het koelsysteem af te tappen. Voor het aftappen moet de okerkleurig omcirkelde afsluiter in het getekende leidingsysteem worden geopend. Bij de koelwaterpomp moeten de zuig- en perskleppen worden verwijderd om er zeker van te zijn dat ook daar geen water achter blijft dat kan bevriezen.



Afsluiter (okerkleurig omcirkeld) om koelsysteem af te tappen

2.5.4.2 Regulateur

Onder (zeer) koude weersomstandigheden neemt de viscositeit van de olie toe waarmee de demper van de reguleur is gevuld. De olie remt of blokkeert zelfs de beweging van de zuiger in de demper. Dit kan ertoe leiden dat bij het opstarten de motor op hol slaat. Door de fabrikant wordt aanbevolen om bij die omstandigheden de olie in de demper met petroleum aan te lengen of om in de plaats van smeerolie, glycerine te gebruiken. Omdat we tegenwoordig de beschikking hebben over smeeroliën met een hoge viscositeitsindex is het beter om de demper hiermee te vullen. De goede werking van de demper is dan onder alle weerscondities geborgd.

2.5.4.3 Torninrichting

De torninrichting van de motor moet na gebruik altijd buiten bedrijf worden gesteld en vergrendeld. Degene die de motor in bedrijf stelt, moet voor het starten zelf zich hiervan gewissen.

2.5.4.4 Starten

Aan de afdichting van de door de decompressienok bediende startluchtklep onder de cilinderkop van de motor en de handbediende startluchtafsluiter in het front van de motor moet goede zorg worden besteed. Een en ander om te voorkomen dat de motor ongecontroleerd en in tegengestelde draairichting in beweging komt en de machinist verwondt of schade aan de installatie veroorzaakt.

2.5.4.5 Maatregelen tijdens onderhoud

In het gemaal worden (uiterst) brandbare vloeistoffen gebruikt. Deze komen ook in damp- en gasvorm voor. Daarom is tijdens bedrijf, maar vooral bij reparaties aan de installaties, het gebruik van open vuur niet toegestaan, anders dan dat eerst de nodige veiligheidsmaatregelen zijn genomen. Onder open vuur wordt ook roken verstaan.

2.5.4.6 Drijfstangbouten

Door de fabrikant van de motor wordt aanbevolen om voor de grote kop van de drijfstang een set bouten op voorraad te leggen voor het geval deze vervangen moeten worden. Er zijn voor zover bekend voor dit gemaal geen reservebouten beschikbaar.

Dit impliceert dat deze nieuw gemaakt moeten worden als vervanging aan de orde is. Het verdient aanbeveling om dan de bouten en moeren van een moderne sterkere staalsoort te maken.

2.5.4.7 Afstelling zijasaandrijving

In geval van grote slijtage van de schroefwielen kunnen we, om de speling te verminderen c.q. de juiste stand van de nokkenas te herstellen, het schroefwiel op de zijas 180° verdraaid aanbrengen. De van fabriekswege aangebrachte markering voor het ingrijpen van de tanden moet dan ook worden aangepast. Hierna moet de nokafstelling van de in- en uitlaatkleppen nauwkeurig worden gecontroleerd, om na te gaan of de tanden van de schroefwielen weer op de juiste plaats ingrijpen. Hoe de afstelling van de kleppen moet worden uitgevoerd, wordt hierna nader beschreven.

2.5.4.8 Smering krukpen

Speciale aandacht wordt gevraagd voor de smering van het krukpenlager (het lager in de grote kop van de drijfstang). Dit, met behulp van centrifugaalkracht gesmeerde lager, gebruikt volgens de fabrikant evenveel smeerolie als alle andere smeerpunten van de motor bij elkaar. Voorkomen moet worden dat zich stof of andere ongerechtigheden in de kleine ringvormige goot voor dit centrifugaal-smeersysteem verzamelt en het olikanaaltje in de krukvang en de krukpen naar het betreffende lager verstopt.

2.5.4.9 Smeertoestel

Door de fabrikant van de motor wordt geadviseerd om aan het water in de kijkglazen van het smeerolieapparaat van de motor zout toe te voegen als er gevaar voor bevriezing bestaat. Het verdient aanbeveling om de kijkglazen met glycerine te vullen, zodat er geen gevaar voor bevriezing bestaat. Wel moet de glycerine, omdat die verkleurt en de opstijgende oliedruppels niet meer te zien zijn, na een aantal jaren ververs worden.

2.5.4.10 Hergebruik smeerolie

In de originele handleiding van de motor wordt aanbevolen om de overtollige cilindersmeerolie die zich in het fundatiebed verzamelt, af te tappen en na filtratie te gebruiken als brandstof in de motor.

Deze aanbeveling stamt uit de tijd dat smeeroliën en brandstoffen erg duur waren en een belangrijke kostenpost vormden bij de exploitatie van een motor c.q. het gemaal. Men achtte in die tijd dat de olie na filtratie ook geschikt was als brandstof in de motor. In de huidige situatie is dat niet het geval en moet deze afgewerkte smeerolie worden afgetapt via de daarvoor aangebrachte aftapleiding, en worden afgevoerd naar een gespecialiseerd verwerkingsbedrijf.

2.5.4.11 Koelwater

Het koelvat in het koelwatersysteem is gevuld met leidingwater. Echter op het moment dat de koelcapaciteit niet toereikend is, wordt met de koelwaterpomp polderwater in het koelsysteem gepompt. Dit polderwater is over het algemeen 'zachter' (minder hardheidsvormers, zoals calcium en magnesium), maar bevat daarentegen een grote hoeveelheid aan vaste stoffen die de nauwe doorgangen van het koelsysteem kunnen verstopen. De hardheidsvormers in het schone leidingwater veroorzaken ketelsteen dat de warmtedoorgang belemmert en op de lange duur ook verstopping kan veroorzaken. Wordt daarentegen steeds hetzelfde koelwater gebruikt, dan vindt geen aanvoer van nieuwe hardheidsvormers plaats en dus ook geen verdere ketelsteenvorming.

Dit impliceert dat zo min mogelijk nieuw koelwater in het systeem moet worden gebracht. Bij de beschrijving van het koelsysteem in dit deel van de Leidraad is aangegeven hoe en wanneer de verschillende koelwaterruimtes van de motor schoon moeten worden gemaakt. Ook de Engelstalige handleiding in bijlage 1 geeft een aantal aanwijzingen hiervoor, waaronder die van het met verdund zuur verwijderen van het ketelsteen.

In alle gevallen moet om verstopping te voorkomen, na het schoonmaken van de verschillende ruimtes, de koelwatertoevoerleiding naar de motor losgenomen worden om alle daarin verzamelde ketelsteendeeltjes te verwijderen.

2.5.4.12 Zuiger

Het uit de cilinder verwijderen van de zuiger noemen we in vaktaal zuigertrekken. De noodzaak voor het trekken van de zuiger is het schoonmaken ervan, vervangen van (gebroken) zuigerveren en het door middel van opmeten vaststellen van de slijtage van de cilindervoering, zuiger en zuigerpen. Zie hiervoor ook Deel IV van deze Leidraad. De originele bedrijfsvoorschriften geven aan dat elke zes tot acht weken de zuiger schoongemaakt moet worden. Dit betekent dat bij continu bedrijf om de ongeveer 1000 draaiuren de zuiger getrokken zou moeten worden.

De omstandigheden waaronder de motor in de huidige situatie bedreven wordt, is niet te vergelijken met die van de geschetste voorschriften. De betere kwaliteit van de tegenwoordig toegepaste brandstof en smeermiddelen alsmede bedrijfstijd en bedrijfsduur vereisen een andere benadering van de interval voor onderhoud van deze machineonderdelen van het gemaal De Antagonist. Zie hiervoor ook de inleiding van deze paragraaf.

Als de zuiger is getrokken, moet de zuigerbodem met een schraper ontdaan worden van de harde koolresten. Het is niet nodig, tenzij er nieuwe zuigerveren moeten worden aangebracht, om de veersponningen schoon te maken. De koolresten die in de sponning van de zuiger achter de zuigerveer zitten, vullen namelijk precies de door slijtage van de veer en de voering ontstane ruimte op en dragen daarmee bij aan een goede afdichting. Om dezelfde reden hoeven de zuigerveren bij het schoonmaken van de zuiger ook niet verwijderd te worden. In Deel IV van deze Leidraad wordt uitvoerig ingegaan op de controle van de zuiger en de zuigervoering.

Wellicht ten overvloede: de zuigerveren moeten makkelijk te bewegen zijn in de sponning en niet gebroken of te veel gesleten zijn.

Als de zuiger is getrokken, moet ook de verbrandingsruimte geïnspecteerd worden en voor zover nodig schoongemaakt worden. Door de inlaatklep te verwijderen, kunnen we met een loop- of zaklamp in de verbrandingsruimte schijnen waardoor de ruimte beter te inspecteren is en makkelijker schoon te maken.

2.5.4.13 In- en uitlaatkleppen

De in- en uitlaatkleppen moeten volgens de originele onderhoudsvoorschriften van Crossley elke maand oftewel 750 draaiuren uit de motor worden genomen, geïnspecteerd, schoongemaakt en voor zover nodig opgeschuurd. Vooral de zitting van de uitlaatklep moet steeds in goede conditie worden gehouden omdat als gevolg van de hoge uitlaatgassentemperatuur bij lekkage de klepzitting verbrandt. De verbranding is meestal plaatselijk en kan als de lekkage te laat wordt opgemerkt

millimeters diep in het zittingsmateriaal doordringen en vervanging van de klep alsook de losse zitting in het klephuis noodzakelijk maken.

De manier waarop de kleppen gedemonteerd moeten worden, is in de paragraaf over het in- en uitlaatsysteem, in dit deel van de Leidraad, beschreven. In deel IV van de Leidraad wordt nader ingegaan op het schuren en eventueel mechanisch bewerken van klepzittingen.

Wat in de huidige museale situatie van het gemaal de inspectie-interval van de in- en uitlaatkleppen is, is vooralsnog niet bekend. Het is daarom van belang de data van inspecties alsook de bevindingen en onderhoudshandelingen in een logboek op te schrijven. Op termijn is hieruit een passende inspectie-H c.q. onderhoudsinterval af te leiden.

2.5.4.14 LuchtfILTER

Het luchtfILTER moet regelmatig worden schoongemaakt. Dit schoonmaken bestaat uit demonteren van het filter en het uitwassen van het filterdoek in dieselolie en droog blazen met perslucht. Een goede gewoonte is om het filter met een in smeerolie gedrenkte doek af te vegen waardoor stof makkelijk wordt afgevangen.

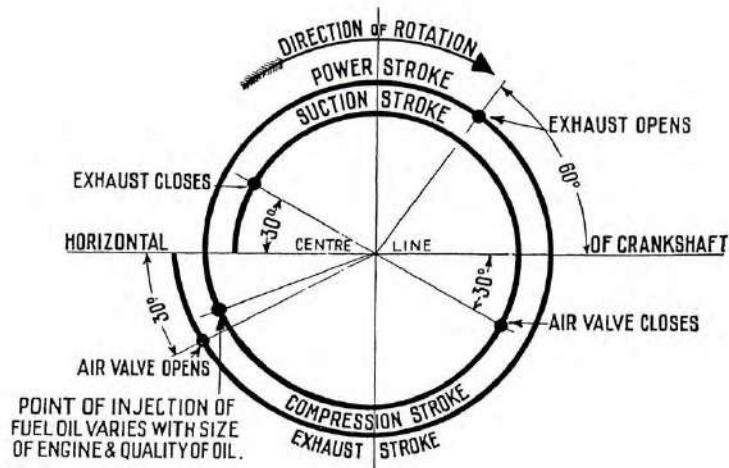
2.5.4.15 Uitlaatgassenleiding en knaldemperput

Het uitlaatgassensysteem van de Crossley motor behoeft bij een goed afgestelde motor en de tegenwoordig gebruikte relatief schone brandstof nauwelijks onderhoud. Volstaan kan worden met een jaarlijkse inspectie op lekkage en het eens in de vijf jaar verwijderen van roetdeeltjes in de leiding en knaldemperput

2.5.4.16 Kleptiming opnieuw instellen

Als gevolg van slijtage van vooral de schroefwielen zal de zijas steeds iets verder achterlopen op de -aanvankelijk van fabrieksweg ingestelde- hoek met de kruk. Dit betekent dat de op deze zijas bevestigde nokken ook achterlopen op de kruk en de door deze nokken gecommandeerde kleppen en brandstofpomp later openen en sluiten, respectievelijk begint met pompen. Ook de slijtage van de draai- en scharnierpunten van de bewegingsinrichtingen van de kleppen dragen hieraan bij. Kortom, de motor raakt steeds verder ontregeld en presteert slechter.

De mate waarin de timing is ontregeld, is op de volgende wijze met behulp van het krukdiagram bij benadering vast te stellen. We hebben hiervoor een hoekmeter met waterpas nodig (clinometer).



Torn het vliegwiel, in de draairichting, tot de zuiger zich zo ver als mogelijk in de cilinder bevindt en de drijfstang horizontaal ligt. We noemen dit het DPDZ (Dode Punt Deksel Zijde). We kunnen dat controleren door het waterpasinstrument op de drijfstang of krukwang te leggen. Dit is de positie dat zowel de in- als uitlaatklep gelijktijdig openstaan en de nokrollen in beide klephefbomen niet met de hand kunnen worden bewogen. De cilinder wordt dan gespoeld.

Vervolgens tornen we het vliegwiel tot de kruk een hoek van 30° met de horizontale aslijn maakt (zie de figuur hiervoor). Dit is de krukstand waarop de nokrol van de uitlaatklep net de afloopflank van de nok loslaat en met de hand kan worden gedraaid, dus einde uitlaat. De hoek controleren we, net als hiervoor, door het waterpasinstrument tegen de krukwang te leggen.

Hierna tornen we het vliegwiel zover dat de kruk een hoek van 30° voorbij het DPAZ (Dode Punt As Zijde) met de horizontale aslijn maakt. Dit is de krukstand waarbij de nokrol van de inlaatklep juist de afloopflank van de nok loslaat; dus einde inlaat.

Torn hierna het vliegwiel zover dat de kruk 22 tot 30 ° voor het DPDZ staat. Dit is het punt waarop de plunjer van de brandstofpomp aan zijn pompbeweging begint; dus begin inspuiten. Ook hier controleren we het begin van -in dit geval- de plunjerbeweging door met de hand de nokrol te verdraaien rol zonder speling vast op de nok???. Het exacte beginpunt is afhankelijk van het motortype en de soort en kwaliteit van de toegepaste brandstof en is afzonderlijk van de zijas in te stellen.

Door het vliegwiel nog verder te tornen, bereiken we de uitgangspositie voor de arbeidsslag waarin bij een krukhoek van 60° voor het DPAZ de uitlaat van de verbrandingsgassen begint.

Een en ander is weer te controleren door, zoals hiervoor is aangegeven, aan de nokrol in de klephefboom onder de uitlaatkruk te draaien.

Als het vliegwiel nog verder wordt getornd en de kruk 30° voor DPDZ staat, opent de inlaatklep. De nokrol in de klephefboom van de uitlaatklep staat dan tegen de oploofplank van de betreffende nok en moet dan met de hand nog net te verdraaien zijn.

De hiervoor beschreven methode voor de controle van de kleptiming en de daarbij aangegeven krukhoeken zijn afgeleid van die uit de Engelstalige bedieningshandleiding. Door slijtage zullen de werkelijke waarden afwijken van deze door de fabrikant verstrekte gegevens. Door nu telkens door middel van het tornen in de buurt van deze gegevens over de timing, het daadwerkelijke moment van openen en sluiten van de kleppen op te zoeken en daarbij de krukhoek te meten, krijgen we een beeld van de slijtage. Door deze gegevens vervolgens vast te leggen en te vergelijken met die van de fabrikant krijgen we een goed beeld van de slijtage en kunnen we bepalen of en wanneer de timing gecorrigeerd moet worden.

Correctie van de timing van het openen en sluiten van de kleppen kan door middel van het verdraaien van het schroefwiel op de zijas plaatsvinden (zoals hiervoor beschreven). De timing van de brandstofpomp kan apart worden ingesteld. Eerder is in dit deel van de Leidraad al aangegeven hoe dit moet worden uitgevoerd.

2.5.4.17 Ankerbouten en draadeinden

Een verbrandingsmotor kent een aantal belangrijke constructieverbindingen met zogenaamde ankerbouten en draadeinden die als zij niet met het juiste koppel zijn aangehaald los gaan zitten of breken en daardoor schade aan de installatie kunnen veroorzaken. Om te voorkomen dat ondeugdelijke verbindingen te laat of niet worden opgemerkt, moeten we deze op gezette tijden met een hamer bekloppen. Aan de toon en de klank kunnen we dan bij benadering horen of de bout of het draadeind goed vastzit. Een en ander is te vergelijken met het aanslaan van een pianosnaar. Meer hierover is te vinden bij de algemene technische informatie in Deel IV van deze Leidraad.

2.5.4.18 Lagerschade

Lagerschade is vaak een gevolg van te grote lagerspeling waardoor de smering faalt of verkeerd uitgevoerde reparaties van de lagers; bijvoorbeeld een lager met juist een te geringe speling. Als gevolg van het falen van de smering zal het lager warm worden en als dit niet tijdig wordt opgemerkt zo warm worden dat het gaat versmelten met het asmateriaal. In vaktaal heet dat 'vreten'. In geval een dergelijke schade zich voordoet, zal de as opgezuiverd moeten worden en de lagerschalen vervangen of opnieuw moeten worden ingegoten. Voor het zelf ingieten en opnieuw pasmaken van lagers wordt verwezen naar Deel IV van deze Leidraad.

Het spreekt voor zich dat bij goed en vakkundig onderhoud de hiervoor geschetste gevallen van lagerschade niet snel zullen voorkomen.

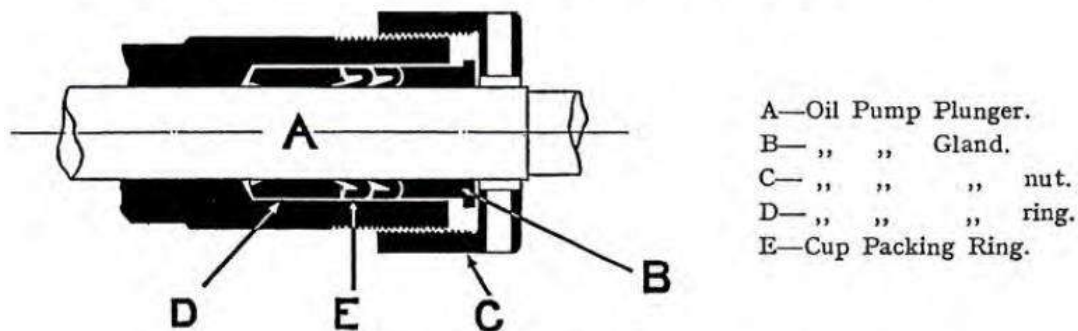
Het toepassen van hulpmiddelen, zoals bijvoorbeeld Castorolie, wat in de handleiding voor deze motor wordt aangegeven voor het tegengaan van warmlopen van lagers, wordt ontraden. Beter is te zoeken naar de oorzaak van het warmlopen.

2.5.4.19 Aandrijfwielen van de reguleur en zijas

De schroefwielen van de reguleur en die van de zijas worden relatief zwaar belast. In de oude bedieningshandleiding van de motor wordt daarom voor de smering van deze wielen een mengsel smeerolie en grafiet. Beter is een moderne MP, wat nu het geval is, of een EP (Medium- of Extreme Pressure) tandwielkastolie toe te passen.

2.5.4.20 Brandstofpomp

De pakkingkamer van de brandstofpompplunjer is voorzien van een speciale pakking bestaande uit twee komvormige pakkingringen. Deze ringen moeten met de openzijde in de richting van de ruimte waarin de druk wordt opgebouwd worden geplaatst. Door de pompdruk worden de soepele lippen van de pakkingringen zowel tegen de plunjer als de pakkingkamer gedrukt en zorgen zodoende voor een goede afdichting. Een voorwaarde is dat de plunjer zuiver rond en glad is afgewerkt. Bij onderhoud moet er voor gezorgd worden dat er geen stof of kleine harde voorwerpen in de pakking kamer worden opgesloten. De glandmoer C hoeft slechts licht te worden aangedraaid



Glandafdichting brandstofpompplunjer

De pakkingkamer kan in noodgevallen worden verpakt met 'gewone' stopbuspakking. De glandring D moet dan worden weggelaten.

2.5.4.21 Verstuiver

Bij de beschrijving van de werking van de verstuiver in dit deel van de Leidraad is ook aangegeven hoe deze met enige regelmaat moet worden schoongemaakt, opnieuw afgesteld en getest. Daarom wordt naar deze paragraaf en naar de Engelstalige beschrijving hiervan verwezen. Opmerkelijk is dat in deze beschrijving de verstuiver nog met 'sprayer' in plaats van met 'atomizer' wordt aangeduid.

2.5.4.22 Brandstofregelklep

De klepsteel van de brandstofregelklep moet makkelijk in zijn geleiding en de stopbus kunnen bewegen. Ook moet de klepruimte maar vooral de zitting van de klep schoon zijn. Als de klep niet onmiddellijk sluit of als deze lekt, zal er brandstof langs de zitting weglekken die bedoeld is om verstoven te worden. Het motorvermogen zal daardoor afnemen. De weggelekte brandstofolie wordt afgevoerd naar de overlooptrechter.

De lekkage is redelijk eenvoudig vast te stellen door de hefboom van de reguleur zover te lichten dat het dunste gedeelte van de wig tegenover de spindel van de regelklep staat. Dit is de stand van vol motorvermogen.

Door vervolgens de ontluchtingsafsluiter N op de verstuiver te sluiten en met de zwengel de brandstofpompplunjer te bewegen, zal het leidingsysteem op druk worden gebracht en bij de uitloop van de ontlastleiding van de regelklep c.q. bij de overlooptrechter, geen brandstof mogen ontwijken. Is dit wel het geval, dan moet de klepzitting worden opgeschuurd.

Als er lekkage plaatsvindt langs de spindelafdichting van de brandstofklep, dan moet de glandmoer van de betreffende stopbus voorzichtig iets worden aangehaald en wel zo dat de spindel vrij kan blijven bewegen. Dit aanhalen moeten we tijdens bedrijf uitvoeren zodat we het resultaat meteen kunnen waarnemen. Kunnen we de glandmoer niet verder aanhalen, dan moet de betreffende (kleine) stopbus worden leeggehaald en weer worden gevuld met zachte pakking.

De wijze waarop en waarmee een stopbus opnieuw verpakt moet worden, wordt hierna uitgebreid uiteengezet en geïllustreerd.

2.5.4.23 Verpakken stopbus

Het gas- of vloeistofdicht afdichten van spindels en assen gebeurt veelal met behulp van een zogenaamde stopbus, een kleine cilindrische ruimte rondom de as of spindel. De pakking die we daarbij gebruiken en die voor de uiteindelijke afdichting zorgt, heet stopbuspakking. In deel IV van deze leidraad wordt hierop nader ingegaan.

2.5.4.24 Koperen afdichtingsringen

Een aantal verbindingen van de motor, bijvoorbeeld de klephuizen in het cilinderdeksel, worden afgedicht met dunne platte koperen ringen. Koper, niet te verwarren met messing, heeft de eigenschap relatief zacht te zijn en kan na uitgluoen worden hergebruikt. Koper wordt door hameren of door er een grote druk op uit te oefenen hard en weer zacht door deze tot roodgloeiend te verwarmen en in water snel af te koelen. De koperen afdichtingsringen worden geplet door de grote kracht die erop wordt uitgeoefend en kunnen daardoor vast gaan zitten aan één of beide delen van de verbinding. Om dit te voorkomen, moeten we de ringen voor het monteren zowel aan de binnen- als buitenomtrek voldoende ruimte geven door deze met een vijl te bewerken.

2.5.4.25 Afstelling brandstofregelklep

Als de meenemer van de brandstofregelklep om wat voor reden dan ook vervangen moet worden of de bout B in de meenemer is verbogen, dan moeten we na de reparatie met behulp van de stelschroef F de klep opnieuw en op de volgende wijze afstellen. Eerst zorgen we ervoor dat de nokrol van de brandstofpomp ruim voor of na de nok van de pomp staat. Vervolgens moeten we de stelschroef zover in- of uitdraaien dat het dikste gedeelte van de wig X Y aan de stang van de reguleur nog net vrij tussen de opening van punt van de stelschroef F en de klepspindel A kan bewegen. We kunnen hiervoor een speling van 1/100" oftewel 0,25 mm aanhouden.

De plaats van de wig wordt afgeleid van de positie van de gewichten van de reguleur bij een bepaald toerental en kan gecorrigeerd worden door de stelmoeren op de stang waaraan de wig is vastgemaakt.

2.5.4.26 Smeertoestel

Bij het schoonmaken van het reservoir van het smeertoestel of als deze te laat is bijgevuuld, kan zich lucht verzamelen in de persruimte van de kleine pompplunjers.

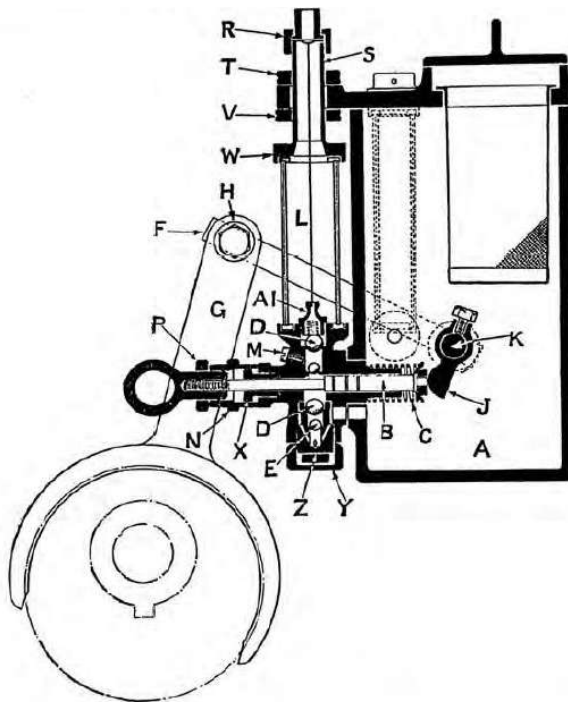
Deze lucht moeten we bij het opnieuw in bedrijf stellen van het toestel laten ontsnappen door de ontluchtingsschroef M onder het kijkglas tijdens de persslag van de plunjer open te draaien. De plunjer van de pomp bewegen we voor het ontluichten met de hand net zolang tot er alleen olie langs de ontluchtingsschroef ontwijkt.

In de volgende tekening is voor het handmatig bewegen van de plunjer een ring aangegeven waaraan we moeten trekken. Bij het gemaal De Antagonist is dat geen ring, maar een lepelvormige hefboom waar we op moeten drukken.

Voor het vervangen of schoonmaken van de kijkglazen moeten we de wartel R van de smerolieafvoerleiding losnemen en de leiding iets opzij buigen. Door nu de gekartelde moer T los te draaien en de moer V naar onder te schroeven, kan het pijpstuk S met het glasmontuur W naar boven worden getrokken. Dit mag pas nadat we de dunne en tere geleidedraad uit het pijpstuk hebben verwijderd. Hierna kunnen we het kijkglas uit het toestel nemen, schoonmaken of vervangen. Bij het losnemen en verwijderen van het kijkglas zal de glycerinevulling van het kijkglas wegvloeien. De gemorste vulling kan het makkelijkst worden opgevangen door er poetsdoeken onder te leggen.

Bij de montage van het glas gaan we in omgekeerde volgorde te werk, maar eerst moeten de oude pakkingringen uit de monturen W en V worden verwijderd en de pasvlakken van zowel het kijkglas als de monturen zorgvuldig zijn schoongemaakt.

De nieuwe pakkingringen moeten gemaakt worden van tamelijk zachte en oliebestendige plaatpakking. De gekartelde moer V moet niet te strak worden aangedraaid, omdat anders het kijkglas breekt.



Dwarsdoorsnede smeertoestel

Voor het aandraaien van het pakkingdrukstuk van de stopbus voor de plunjerafdichting van dit smeertoestel is bij de levering van de motor een speciale sleutel geleverd. Het pakkingdrukstuk en daarmee de pakking wordt met de moer N aangedrukt. De speciale sleutel ontbreekt en zal in voorkomend geval moeten worden aangemaakt.

Voor het aandraaien van het pakkingdrukstuk moet de plunjer van de oliepompe zover mogelijk naar buiten worden getrokken en de onderdelen P en N worden losgemaakt om de hiervoor genoemde speciale sleutel te kunnen gebruiken. De moer voor het aanhalen van het pakkingdrukstuk mag niet te strak worden aangehaald, omdat anders de wrijving van de pakking op het dunne gedeelte van de plunjer te groot wordt en de plunjer niet meer terugveert na een pompslag. De olietoevoer naar het betreffende smeerpunt stagneert dan.

De zuigklep, een stalen kogel, van de smeeroliepompe kan geïnspecteerd worden door de dopmoer Y los te draaien en met een sleutel het klephuis Z uit het pomphuis te schroeven. Bij het opnieuw aanbrengen na onderhoud en inspectie moet het klephuis weer stevig worden vastgeschroefd.

De persklep van de pompe kan worden geïnspecteerd door de druppelvormer AI uit het pomphuis te draaien. Dit kan vanzelfsprekend alleen worden uitgevoerd als eerst het kijkglas is verwijderd.

Het smeertoestel is samengesteld uit een aantal kleine, nauwkeurig bewerkte onderdelen. Het behoeft daarom de nodige ervaring kennis en inzicht om inspecties en reparaties aan deze kleine onderdelen van het toestel uit te voeren.

2.5.4.27 Brandstoftanks, pijpleidingen, filters en warmtewisselaars

Verbindingen in het brandstofsysteem moeten goed afdichten omdat, afgezien van vervuiling en brandgevaar, lucht kan worden aangezogen waardoor de brandstofpomp en de verstuiver niet goed werken. De dienstdoende machinist moet ervoor zorgen dat de gaasfilters op de brandstofdagtank, de warmtewisselaar en bij de verstuiver in goede staat van onderhoud verkeren en schoon zijn. Verder moet het eventueel verzamelde water (condensaat) in de dagtank en warmtewisselaar met enige regelmaat worden afgetapt. Op zowel de dagtank als de warmtewisselaar is hiervoor een aftapkraan aangebracht. Het afgetapte mengsel van brandstofolie moet op een gecontroleerde wijze worden afgevoerd.

2.5.4.28 Vliegwiel

Het vliegwiel is met een zogenaamde kopspie op de aandrijfas bevestigd. De taps toelopende spie wordt met een hamer tussen de as en de naaf van het vliegwiel gedreven en zorgt voor een vaste verbinding van het vliegwiel op de as. Maar als er door wat voor oorzaak dan ook ruimte ontstaat in deze verbinding zal als gevolg van het grote gewicht (massa) van het vliegwiel de spieverbinding bezwijken en grote schade aan de as en naaf of aan de andere onderdelen van de installatie worden aangericht.

Door met een hamer tegen de kop van de spie te slaan, kunnen we zien of deze vastzit. Als dit niet het geval is, zal zowel op het bovenkant als de twee zijkanten van de spie en daar waar de naaf in contact is met de as vaak roest waar te nemen zijn. Indien wordt vastgesteld dat het vliegwiel los op de as zit dan mag de motor niet meer in bedrijf gesteld worden en moet het euvel worden verholpen.

2.5.4.29 Uitlijning krukas/machineas

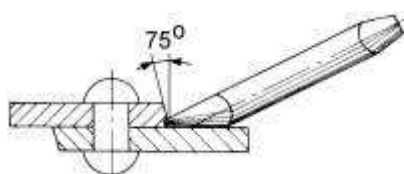
In deze Leidraad is in de paragraaf over de beschrijving van de krukas en de hoofdlagers aangegeven hoe de uitlijning van de krukas gecontroleerd moet worden. Kortheidshalve wordt hier, in het kader van onderhoud, naar die paragraaf verwezen.

2.5.4.30 Luchtvat, afsluiters en leidingen

Het in het gemaal opgestelde luchtvat is door de fabrikant hydraulisch beproefd met een persdruk van 450 lbs/sq.in. (pounds/square inch) of uitgedrukt in metrische eenheden 31,5 kg/cm². Na de installatie in het gemaal is het vat met de bijbehorende leidingen en afsluiters pneumatisch beproefd met een persdruk van 250 lbs/sq.in. oftewel 17,5 kg/cm².

De rode streep op de manometer van het luchtvat staat bij 16 kg/cm². Deze druk en de inhoud van het vat zijn voldoende om de motor onder normale omstandigheden te kunnen starten.

Het luchtvat is gemaakt van geklonken plaatmateriaal. Om het vat voldoende dicht te krijgen, zijn de klinknaden 'gekookt'; een behandeling waarbij met een stompe beitel de opstaande rand van de



naad wordt gestuikt. In de afbeelding hiernaast is te zien hoe dat wordt gedaan. In de Engelstalige handleiding van de motor wordt aangegeven om bij een eventuele lekkage van het vat deze te verhelpen is door de betreffende klinknaad opnieuw te koken.

Koken van geklonken plaatverbinding

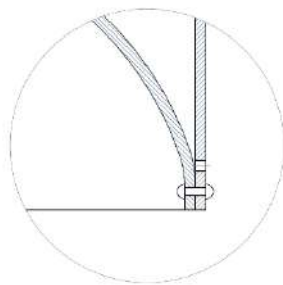
De auteurs van deze Leidraad ontraden dit vanwege de ouderdom van het vat en het hoge aantal drukwisseling die het in de loop der jaren heeft ondergaan.

Een eenvoudig middel om luchtlekage aan te tonen, is door de verbindingen met zeepsop of een met water verdund afwasmiddel te bestrijken. Op de plaats van de eventuele lekkage ontstaat dan een zeepbel. Uit de tijd voordat de zeepbel zo groot is dat deze uit elkaar spat, kunnen we de mate van lekkage vaststellen. Het is onnodig te vermelden dat ernstige lekkages ook te horen zijn.

De lekkage van de kleppen van afsluiters is niet anders vast te stellen dan door de betreffende afsluiter dicht te draaien en het vat of leidingdeel onder druk te zetten en met behulp van een manometer een eventuele drukval vast te stellen. In geval van lekkage moeten de kleppen worden geschuurd.

Het luchtvat is voorzien van een ovaal handgatdeksel. Door het deksel te verwijderen, kan de binnenkant van het vat worden geïnspecteerd. Ook kunnen via deze opening vocht en roestdeeltjes worden verwijderd of het inwendige worden gestraald. Bij het opnieuw aanbrengen van het handgatdeksel moeten de pakkingranden goed schoon gemaakt en met schuurlinnen glad geschuurd worden. Als de ellipsvormige pakkingring vervangen moet worden zal deze eigenhandig moeten worden aangemaakt uit gewapend pakkingmateriaal. Meestal wordt hiervoor standaard plaatpakking gebruikt die ook bij flensverbindingen van stoomleidingen wordt toegepast. De wapening bestaat uit een van fabriekswege aangebrachte staalmat van dun staaldraad tussen het pakkingmateriaal. Hiermee wordt voorkomen dat het pakkingmateriaal tussen de verbinding wordt weggeblazen.

Het gootje dat wordt gevormd door de romp en het naar binnen gekeerde bolle front van het luchtvat is -omdat zich daar het condensaat verzamelt- het meest kwetsbare deel van de constructie. Tussen de twee plaatdelen van de geklonken verbinding kan roestvorming optreden en deze daardoor verzwakken. Bij de reguliere inspectie van het luchtvat moet hier extra aandacht worden besteed.



Bodemdetail luchtvat

2.5.4.31 Machinefundatie en frame

Het frame van de hoofdmotor is met zes lange ankerbouten verbonden met de machinefundatie. Deze verhoogde fundatie is gemaakt op de plaats van waar tot omstreeks 1929 de stoommachine stond opgesteld. Helaas is van de wijze waarop en waarmee (baksteen of beton) dit fundament is samengesteld, niet meer bekend dan wat nu nog zichtbaar is. Ook is niet bekend in hoeverre de aparte fundatie van de machineas naast het vliegwiel één geheel vormt met die van de motor.

Uit het feit dat zich geen uitlijnfouten voordoen en het frame van de motor geen scheuren vertoont, mag worden aangenomen dat deze fundatie in het verleden met de juiste materialen en verwerking hiervan is samengesteld.

Het onderhoud aan de fundatie kan worden beperkt tot het opnemen van de lekolie uit de lekrand van het frame en het controleren of de fundatiebouten goed vastzitten. Dit laatste kunnen we controleren door, zoals hiervoor bij 'ankers en draadeinden' is aangegeven met een hamer tegen de moeren van de ankerbouten te tikken.

2.5.4.32 Bemalingspomp

Het onderhoud van de droog opgestelde bemalingspomp van het gemaal De Antagonist is in vergelijking met die van de aandrijving tamelijk beperkt. Gezorgd moet worden dat de uitlijning intact blijft en dat de waaier van de pomp steeds vrij is van vreemde voorwerpen. Dit laatste zorgt namelijk voor onbalans van de waaier en als gevolg daarvan trillingen, extra slijtage, alsook een verminderd waterverzet. Door het deksel op het slakkenhuis van pomp te verwijderen, kunnen we eventuele verstopping of vreemde voorwerpen tussen de schoepbladen van de waaier waarnemen. Via dezelfde deksel kunnen we deze ook verwijderen.

Als de lagers slijten, zal dit leiden tot fouten in de uitlijning. Slijtage wordt opgemerkt door problemen met de asafdichting. We zullen in dat geval steeds vaker het pakkingdrukstuk moeten aanhalen en de stopbuspakking moeten vernieuwen voor een goede afdichting. Als niet tijdig maatregelen worden getroffen, zal de afdichting compleet falen en geen water meer verpompt kunnen worden. Bij de starre askoppeling zullen nadat deze is losgenomen uitlijnfouten zijn waar te nemen. Een en ander te controleren met een meetklokje op de koppeling helften.

Luchtlekkage bij de asafdichting is eenvoudig vast te stellen door een brandende kaars bij het betreffende drukstuk van de gland te houden. Omdat de druk in het pomphuis bij de gland en deze pompopstelling lager is dan die van de omgeving zal bij lekkage de vlam naar binnen gezogen worden.

2.5.5 Onderhoud hulpwerktuigen en installaties

Onder de hulpwerktuigen worden de volgende installatieonderdelen van het gemaal verstaan:

- De hulpmotor
- De aangehangen compressor van deze motor
- De elektrisch aangedreven compressor
- De koelwaterpomp
- De vacuümpomp

2.5.6 Hulpmotor

Door de fabrikant c.q. de leverancier van de hulpmotor zijn destijds voor de volgende onderdelen de volgende aanbevelingen gedaan voor het onderhoud. De hulpmotor, een mengselmotor met benzine als brandstof, drijft alleen de startluchtcompressor aan.

2.5.6.1 Luchtfilter

Het luchtfilter moet regelmatig worden schoongemaakt. Dit schoonmaken bestaat uit het demonteren van het filter, het uitwassen van het filterdoek in dieselolie en droog blazen met perslucht. Een goede gewoonte is om het filter met een in smeerolie gedrenkte doek af te vegen waardoor stof makkelijk wordt afgevangen.

2.5.6.2 Elektrische ontstekingsinrichting algemeen

De ontstekingsinrichting, bestaande uit de dynamo, onderbreker, stroomverdeler en bougie, moet voor het goed functioneren schoon en droog worden gehouden. De hoge spanning die in de spoelen van de inrichting worden opgewekt, kan namelijk bij vuil en vocht makkelijk overslaan op plaatsen anders dan bij de contactpuntjes van de bougie waardoor de motor niet wil starten of gebrekkig functioneert.

2.5.6.3 Dynamo bougie en bougiekabel

Bij de beschrijving van de ontstekingsinrichting in dit deel van de Leidraad is aangegeven hoe de goede werking van de dynamo, bougie en het eventueel disfunctioneren van de bougiekabel eenvoudig kan worden aangetoond. Ook de manier waarop de contactpuntjes moeten worden afgesteld, komt daar aan de orde. Korthedshalve wordt voor onderhoud naar deze paragraaf verwezen.

De bougiekabel moet droog zijn en mag geen scheurtjes vertonen als gevolg van uitdrogen en vrij liggen van de metalen machineonderdelen. Als getwijfeld wordt aan de isolatiewaarde van de kabel, dan kunnen we deze behandelen met een vochtwerend impregneermiddel.

2.5.6.4 Brandstoftank

Er moet op worden toegezien dat er geen stof of ander vuil in de tank komt omdat dat makkelijk de kleine openingen van de carburateur en het vlottersysteem verstopt. Eventueel (condens)water in de tank moet met enige regelmaat worden afgetapt.

2.5.6.5 Vlotterkamer en vlotter

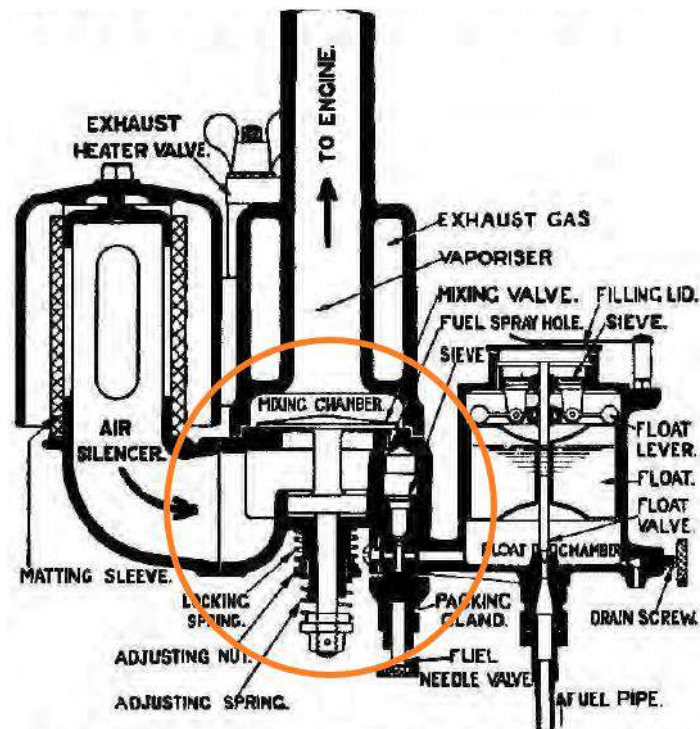
Ook de vlotterkamer moet goed schoon worden gehouden omdat de geringste verontreiniging ervoor zorgt dat de naaldklep niet goed sluit en de vlotterkamer overstroomt. Als de naaldklep desondanks toch niet goed sluit, kunnen we deze met de hand op de zitting drukken en een paar keer ronddraaien. Als dit niet helpt, moeten we de vlotterkamer en de brandstofleiding leeg laten lopen en het verwijderen. Perslucht kan hierbij goed helpen. Omdat de vlotterinrichting bestaat uit tere en fijnmechanische onderdelen moeten we bij de schoonmaakwerkzaamheden voorzichtig te werk gaan en geen harde of scherpe voorwerpen gebruiken.

Een lekke vlotter kunnen we herkennen door deze uit de kamer te nemen en te schudden. We zullen dan de brandstof tegen de wand horen botsen. Een eventuele lek kan worden gedicht door middel van zachtsolderen. Uiteraard moet dan eerst de ingesloten brandstof worden verwijderd door verdamping en het soldeermiddel spaarzaam worden aangebracht.

2.5.6.6 Mengklep

De mengklep moet altijd vrij kunnen bewegen zodat deze bij de geringste onderdruk in de toevoerleiding naar de motor deze over een bepaalde afstand omhoog beweegt en het sproeigaatje vrij maakt. De bewegingsvrijheid kan met een schroefveer worden ingesteld.

Het zeefje boven de sproeiernaald en onder het sproeigaatje moet af en toe worden geïnspecteerd en schoongemaakt. Met de sproeiernaaldhouder is de vlotterkamer aan het huis van de mengklep vast geschroefd. Door de sproeiernaaldhouder te verwijderen, kunnen we het zeefje inspecteren en schoonmaken.



Carburateur hulpmotor

Bij de- en montagewerkzaamheden moeten we ervoor zorgen de tere onderdelen van de carburateur niet te beschadigen en schone niet-pluizende poetsdoeken gebruiken.

2.5.6.7 Zuiger en zuigerveren

Door de fabrikant wordt aanbevolen om eens in de drie maanden, zeg om de 600 draaiuren, de zuiger te trekken en de zuigerveren te inspecteren. Omdat deze hulpmotor voor de verzorging van startlucht slechts een aantal keren per jaar over slechts een korte periode in bedrijf wordt gesteld, is dit geen goede maat. Aanbevolen wordt om te kiezen voor een interval van 5 jaar en afhankelijk van de bevindingen deze interval langer of korter te laten duren. Het spreekt voor zich dat bij een dergelijke inspectie ook de slijtage van de voering wordt gemeten.

2.5.6.8 In- en uitlaatkleppen

Het onderhoud van de in- en uitlaatkleppen bestaat uit het periodiek controleren en indien nodig het opnieuw afstellen van de klepspeling en het schuren van de klepzittingen. Omdat in deze hulpmotor de relatief schone brandstof benzine wordt verstoekt, kan dit onderhoud aan de kleppen met een lang tijdsinterval plaatsvinden. De bevindingen van eerder uitgevoerde inspecties zijn maatgevend voor de lengte van de interval. De wijze waarop onderhoud aan kleppen moet worden uitgevoerd, wordt in Deel IV van de Leidraad Kennisborging Dieselmengemalen uitvoerig behandeld.

De voorgeschreven klepspeling voor de kleppen van deze motor bedraagt $\frac{1}{64}$ " (0,5 mm). Aanbevolen wordt om de klepsteel via het buisje aan de zijkant van de klep af en toe te smeren met een paar druppels petroleum.

2.5.6.9 Afstelling krukaslagers

De smeerolie van de krukaslagers moet elke 5 jaar vervangen worden, ongeacht het aantal draaiuren, omdat anders oxidatie van de olie optreedt, deze verzuurt en het lagermateriaal aantast.

De olie moet dan worden afgetapt via de plug onderaan het betreffende lagerblok. De twee lagers moeten met nieuwe olie worden opgevuld totdat er olie begint te stromen uit het gat, in de machinefundatie tegenover de aftapplug. De olie moet worden toegevoerd via de opening -dat door een scharnierend dekseltje is afgesloten- in het lagerblok.

De lagerschalen kunnen worden geïnspecteerd door de bovenkap te verwijderen en de bovenhelft eruit te nemen. De onderhelft kan er worden uitgedraaid of getikt met een hardhouten klosje. Soms is het nodig om hierbij de krukas met een handspaak iets te lichten. Zo nodig moet de lagerspeling worden gecorrigeerd. Hoe dit moet worden uitgevoerd, staat uitgelegd in Deel IV van de Leidraad Kennisborging voor Dieselmotoren.

Wellicht ten overvloede: een te geringe lagerspeling leidt tot het warmlopen ervan, maar dit mag nooit gecorrigeerd worden door de lagerkapbouten minder strak aan te halen.

2.5.6.10 Afstelling krukpen en zuigerpenlagers

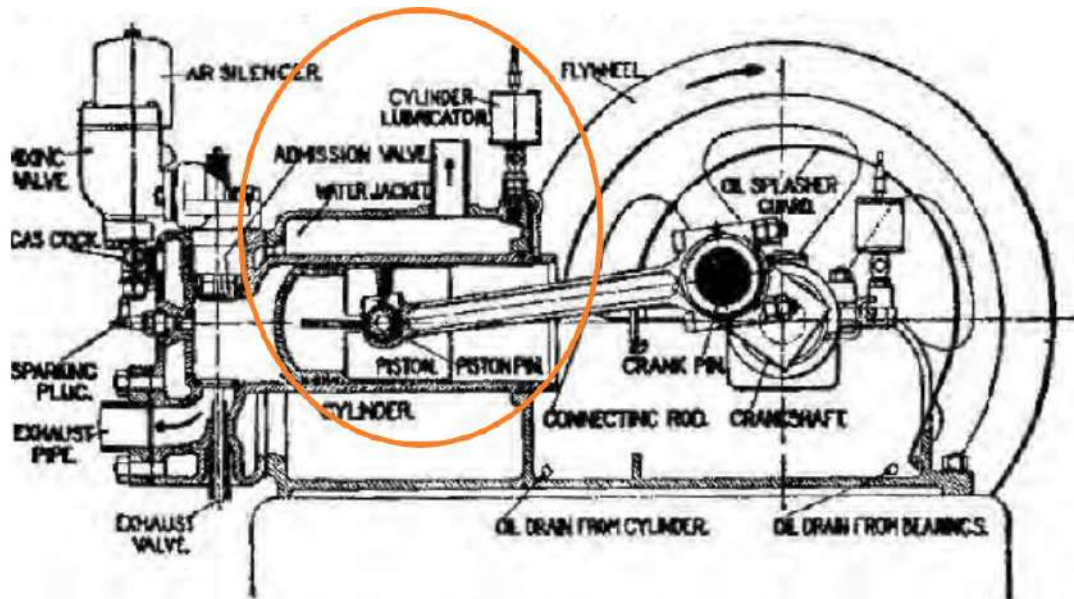
Het krukpenlager wordt gesmeerd met een oliedruppelaar en een slingerpootje naast de krukvang. Gezorgd moet worden dat het olietoevoerpijpje de slingerpoot niet raakt en het pootje regelmatig schoongemaakt wordt, zodat er geen vuil naar het krukpenmetaal wordt gevoerd of dat het toevoerkanaaltje verstopt.

Het opnieuw afstellen van dit lager gebeurt op dezelfde manier als hiervoor is aangegeven. Tegelijk met het pasmaken van dit lager moeten ook de kragen tussen de krukstang en de lagerkap op de juiste dikte worden gebracht, omdat anders bij het aantrekken van de bouten de metalen te veel belast worden.

In het algemeen mogen er bij verbrandingsmotoren bij de krukpenlagers geen harde klop geluiden worden waargenomen, omdat door de hierdoor veroorzaakte hoge materiaalspanning de bouten kunnen breken. De gevolgen van het breken van een drijfstaanglagerbout tijdens bedrijf zijn niet te overzien.

Het lager van de zuigerpen bestaat uit een bronzen bus. Als bij deze bus een te grote speling wordt vastgesteld, dan moet deze vervangen worden door een nieuwe.

De smering van de cilinder en het zuigerpenlager vindt plaats met een druppelpot boven op de cilinder, een kanaal in de cilinderwand en een groef in de zuiger. Een en ander zoals in het omcirkelde gedeelte van de volgende tekening te zien is.



Langsdoorsnede hulpmotor

Anders dan de hoeveelheid olie die met de druppelpot naar deze machineonderdelen wordt afgevoerd, is er geen adequate controle op de smering van deze onderdelen mogelijk, zoals bijvoorbeeld bij het krukpenlager. De overtollige olie wordt afgevoerd naar een opvangbak in het fundatieframe.

2.5.6.11 Afstelling nokkenas- en reguleuraslagers

Eerder is in dit deel van de Leidraad aangegeven dat de nokkenas en de reguleuras, waaraan ook de ontstekingsinrichting van de motor is gekoppeld, afzonderlijke assen zijn die door één en hetzelfde wormwiel worden aangedreven. De wormen op de assen en het wormwiel op het verlengde van de krukas zijn in een kast ondergebracht en worden door middel van de opspattende olie in deze kast gesmeerd. Deze olie moet elke 5 jaar vervangen worden om veroudering voor te zijn.

2.5.6.12 Wormwieloverbrenging

De wormwieloverbrenging voor de aandrijving van de reguleur- en nokkenas moet goed worden onderhouden en opnieuw afgesteld als er significante slijtage is opgetreden. Als gevolg van overmatige slijtage grijpen de tanden niet goed meer op elkaar in en zal de motor onregelmatig raken. We kunnen een overmatige speling vaststellen door de nokkenas tijdens bedrijf af te remmen.

Als hierbij het door de overbrenging veroorzaakte geluid waarneembaar afneemt, is er sprake van slijtage en moet de overbrenging opnieuw worden afgesteld.

Voor deze afstelling is het nodig eerst het vlieg wiel te verwijderen. Hierna plaatsen we een dun latoenkoperen plaatje (shim) onder het lager van de nokkenas tussen het lager en de slotschroef waar het op rust. Het is niet nodig om hiervoor alles uit elkaar te nemen. De shim is zodanig gemaakt dat deze langs de bout geschoven kan worden als de moer hiervan iets wordt gelost.

De hiervoor aangegeven latoenkoperen plaatjes zijn standaard in verschillende diktes in de handel. Het flinterdunne plaatmateriaal wordt ook gebruikt bij het pasmaken van lagerschalen en kan eenvoudig met een pakingschaar in elke gewenste vorm worden geknipt. Zie hiervoor ook Deel IV van deze Leidraad.

Op dezelfde manier wordt de speling van de reguleuras ingesteld, maar nu moeten we één of meerdere shims verwijderen om de gewenste speling te bereiken.

Wanneer er shims zijn toegevoegd of verwijderd, moet voordat het vliegwiel wordt teruggeplaatst de motor voor een aantal minuten in bedrijf worden gesteld. Tijdens het draaien lossen we één voor één de lagerboutmoeren van de assen, zodat zij zichzelf uit kunnen lijnen en de lagers niet warm lopen. Na het zogenaamde inlopen halen we de moeren aan met het juiste aanhaalmoment. Hierna stoppen we de motor en brengen we het vliegwiel weer aan.

Als de worm van de nokkenas zover gesleten is dat speling niet meer gecorrigeerd kan worden met het aanbrengen van shims kan deze gekeerd worden. In de worm zijn hiervoor twee spiebanen aangebracht. Bij een dergelijke ingreep moeten we er goed op letten dat de tanden weer op de juiste plaats ingrijpen en zullen we shims bij het lager van de nokkenas moeten verwijderen.

2.5.6.13 Groot onderhoud

Hierna worden een aantal onderhoudswerkzaamheden benoemd waarbij een aantal machinedelen tegelijk moeten worden gedemonteerd om de inspectie en of reparatiewerkzaamheden uit te kunnen voeren.

2.5.6.14 Cilindervoering

Het cilinderdeksel -met daarin de in- en uitlaatkleppen- en de cilindervoering is een gietstuk dat met behulp van een flens en vier draadeinden met moeren aan het frame van de motor is bevestigd.

De cilindervoering kan uit de machine worden genomen door de genoemde vier moeren los te schroeven. Uiteraard moet eerst het koelwater worden afgetapt en moet het -met het cilinderdeksel verbonden- leidingwerk, zoals de uitlaatleiding, worden verwijderd.

Verder moet ook de zuiger met krukstang worden verwijderd en de cilindersmeerolieleiding worden gedemonteerd. Voor het verwijderen van de zuiger moet eerst de krukpenlager worden losgemaakt.

2.5.6.15 Zuiger

Door de fabrikant wordt aanbevolen om de zuiger niet te trekken, behalve voor het schoonmaken ervan of het vervangen van (gebroken) zuigerveren. Beter is om hiervan af te wijken en periodiek de zuiger te trekken en te inspecteren. Aan de hand van de inspectiebevindingen kan de interval dan verlengd of verkort worden.

Bij het trekken van de zuiger moet de grote kop van de krukstang worden losgenomen. In Deel IV van deze Leidraad wordt in detail ingegaan op hoe de schoonmaakwerkzaamheden en inspecties uitgevoerd moeten worden. Ook worden daar aanwijzingen gegeven voor het vervangen van zuigerveren en het terugplaatsen van een zuiger.

2.5.6.16 Inlaatklep

Om het inlaatklephuis en de inlaatklep te kunnen demonteren, moet eerst de inlaatleiding tussen de carburateur en de aansluiting op het klephuis verwijderd worden. Ook moet de klepstoterstang en de reguleurhefboom verwijderd worden. Door de twee moeren van de draadeinden waarmee het klephuis in het cilinderdeksel is vastgemaakt los te draaien, kan het klephuis worden verwijderd. De afdichting van het klephuis in het cilinderdeksel is uitgevoerd met een koperen ring. Soms blijft deze bij het uitnemen van het klephuis in het cilinderdeksel achter en moet deze met een zelfgemaakt haakje worden losgemaakt en verwijderd.

2.5.6.17 Uitlaatklep

De uitlaatklep is anders dan de inlaatklep rechtstreeks in het cilinderdeksel ondergebracht en moet -net zoals dat bij de hoofdmotor het geval is- via de ruimte voor de inlaatklep uit het cilinderdeksel worden verwijderd. Dit betekent dat bij reparaties aan de uitlaatklep eerst het klephuis voor de inlaatklep verwijderd moet worden.

Voordat de klepveer losgemaakt kan worden, moet de nokrol vrij liggen van de nok. De nok kan op zijn zitting worden gehouden door de T-sleutel die voor het schuren van de klep wordt gebruikt. Eerst moet de splitpen uit de borgmoer achter de veerschotel worden gehaald waarna deze losgedraaid kan worden, gevolgd door de veerschotel en veer.

2.5.6.18 Krukas

De krukas zal zelden uit de machine genomen hoeven worden. Als de krukaslagers vernieuwd of pasgemaakt moeten worden, dan kan door het verwijderen van de bovenkap de onderschaal eruit gedraaid worden waarbij de krukas op zijn plaats kan blijven. Bij het lager aan het vrije as-einde zit aan de krukwang de centrifugaal smeerring bevestigd. Dit is een teer onderdeel en moet goed afgeschermd worden tegen beschadiging tijdens eventuele reparatie van het lager. Ook moet er voor gezorgd worden dat er geen rommel in ring terecht komt.

Bij het uitnemen van de lagerschalen moet de krukas met hout worden onderstept.

2.5.6.19 Vliegwiel

Bij het opnieuw monteren van het vliegwiel moet ervoor gezorgd worden dat de kopspie over de volle lengte zowel in de breedte als de hoogte van de spiebaan goed aanligt. Alleen dan is een goede bevestiging van het vliegwiel op de krukas mogelijk en zal deze niet makkelijk losraken.

Een vliegwiel dat los op de as zit, kan tot gevaarlijke situaties leiden en grote schade veroorzaken. Soms is het nodig een nieuwe spie te maken die dan ter plaatse door middel van vijlen nauwkeurig pasgemaakt moet worden. Het onderstoppen van een spie met dun plaatmateriaal is niet toegestaan.

2.5.6.20 Startluchtcompressor

De aangehangen startluchtcompressor wordt rechtstreeks door de krukas aangedreven. Het maximaal toelaatbare toerental van de compressor en daarmee ook die van de hulpmotor bedraagt 500 omw/min.

We moeten ervoor zorgen dat dit toerental niet wordt overschreden, omdat anders oververhitting optreedt. Oververhitting kan ook optreden als de compressor te lang achterelkaar wordt bedreven. De capaciteit van het open koelvat boven op de verbrandingsmotor is dan onvoldoende om zowel de motor als de compressor te koelen. We moeten dan de ontlastklep op de compressor openen en wachten met het vullen van het luchtvat tot de motor weer is afgekoeld. De motor kan natuurlijk ook een tijdje stilgezet worden.

Het spreekt voor zich dat we erop moeten toezien dat er altijd voldoende koelwater zit in de bak boven op de motor en dat we daarmee van de koeling van de compressor verzekerd zijn.

De zuigerpen en de cilinder moeten -anders dan de krukpen van de compressor- gesmeerd worden met een smerolie die geschikt is om toegepast te worden in luchtcompressoren. Hier wordt een motorolie gebruikt met goede anticorrosie-eigenschappen en kan daardoor zowel in een verbrandingsmotor als in een compressor gebruikt worden.

Als de tijd die nodig is om het startluchtvat op druk te brengen toeneemt, moet het cilinderdeksel van de compressor worden gedemonteerd en de persklep worden geïnspecteerd. Helaas ontbreken van de compressor duidelijke samenstellingstekeningen om de klepconstructie in detail te kunnen afleiden. De bij de omschrijving van de luchtcompressor afgebeelde tekening is een zelfgemaakte reconstructie van de afbeelding op bladzijde 29 van de Engelstalige bedieningshandleiding. Daarom volgt hierna de enigszins onzekere aanbeveling voor het onderhoud aan de klep van deze compressor.

Aangenomen wordt dat de klep bestaat uit een veer belaste, platte, gehard stalen ring die afdicht op een zitting met sleufvormige gaten. Zowel de klep als de zitting kunnen na demontage op een dikke glasplaat vlak geschuurd worden.

2.5.6.21 Vacuümpomp

Bij vacuümpompen doet zich makkelijk cavitatie voor. Hierdoor raakt meestal het (gietijzeren) schot -waar de zuig en persopening zich in bevinden- ernstig beschadigd en zal de capaciteit van de pomp afnemen. Niet al te grote beschadigingen kunnen we opvullen met een mechanisch te bewerken kunststof. Dit betekent dat de pomp met enige regelmaat uit elkaar genomen en geïnspecteerd moet worden.

De waaier van de pomp draait tussen twee gietijzeren schotten. Bij stilstand zal op de loopvlakken het ijzer roesten. Deze roest kan in het ergste geval de draaibeweging van de waaier onmogelijk maken. De vacuümpomp kan dan niet in bedrijf worden gesteld.

We kunnen het roesten niet voorkomen, maar wel door regelmatig te tornen ervoor zorgen dat de pomp onder alle omstandigheden in bedrijf gesteld kan worden. De roestdeeltjes worden door de waaier van de loopvlakken geschrapt en met het overtollige sperwater afgevoerd.

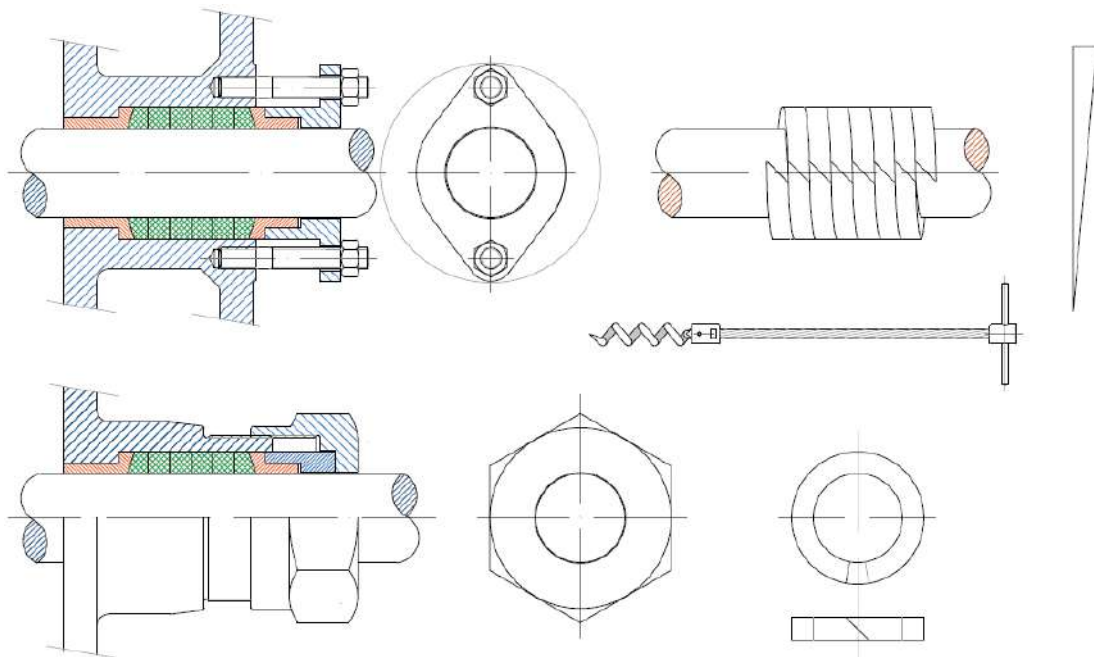
2.5.6.22 Koelwaterpomp

Een zuigerpomp is zelf aanzuigend en kan in goede staat van onderhoud van 6 m beneden opstellingsniveau water opzuigen. Doordat de hier toegepaste zuigerpomp relatief hoog boven de waterspiegel staat opgesteld, is een goede afdichting van de zuigerstang, maar ook die van de zuiger in de cilinder, een eerste vereiste.

Ook de afdichting van de zuig- en persklep speelt een belangrijke rol bij de goede werking van deze zuigerpomp. Het is onnodig te vermelden dat de kleinste verontreiniging tussen de zitting van deze kleppen de pomp doet afslaan en dat deze onderdelen regelmatig moeten worden nagezien. Tijdens het tot stand komen van deze leidraad is onvoldoende duidelijk geworden of in de aanzuigleiding van de koelwaterpomp een filter en voetklep is opgenomen. Instructies voor onderhoud blijven daarom op deze plaats vooralsnog achterwege.

2.5.6.23 Stopbus

Bij de technische installaties van museale gemalen vindt de afdichting van draaiende assen en heen en weer bewegende stangen veelal plaats door middel van een zogenaamde stopbus die verpakt (gevuld) is met zachte pakking. Ook klepstelen van afsluiters, kleppen en kranen worden op deze wijze verpakt. Hieronder worden twee voorbeelden gegeven van de inrichting van zo'n pakkingbus.



Voorbeelden pakkingbus, afsnijden pakkingtornen en pakkingtrekker

De tamelijk weke pakking wordt door een drukstuk in de bus gedrukt en wel op een zodanige wijze dat een goede vloeistof- of gasdichte doorvoering van de stang, as of spindel wordt verkregen zonder dat deze onderdelen bij het bewegen hierdoor beschadigd raken.

Als gevolg van slijtage van de lagering van de stang of as ontstaat ruimte tussen het pakkingmateriaal en deze roterende of heen en weer bewegende machineonderdelen waardoor deze afdichtingen gaan lekken.

Door nu het drukstuk, door het aanhalen van de moeren op de draadeinden of de wartel, verder in de pakkingkamer te duwen, wordt de weke pakking tegen de as of stang gedrukt. Meestal wordt daarmee, als de slijtage van de lagers niet te groot is, de lekkage verholpen. Het aanzetten van het drukstuk moet in kleine stapjes worden uitgevoerd omdat anders, als gevolg van wrijving door het aandrukken, de pakking verbrandt en de as of stang beschadigd raakt. Bij een stang zullen zich dan langsgroeven aftekenen op het stangmateriaal. Bij een roterende as vormen zich ringvormige groeven. Deze groeven zijn, anders dan bij een stang, pas zichtbaar als de pakkingkamer is leeggehaald. In beide gevallen zal het steeds moeilijker worden om een goede afdichting in stand te houden en moet overwogen worden de betreffende onderdelen te reviseren en de pakkingbussen opnieuw te verpakken.

Een revisie zoals hiervoor aangegeven, bestaat meestal uit het vervangen van de overmatig gesleten lagers, het verbussen of -als de as geen slijtbus ter plaatse van de asafdichting heeft- opspuiten en nabewerken door middel van het slijpen van de as. Stangen worden tegenwoordig meestal opgespoten en door middel van slijpen nabewerkt.

Het opnieuw verpakken van een stopbus is niet moeilijk en kan goed in eigen beheer worden uitgevoerd als de hierna genoemde aandachtspunten in acht worden genomen.

Eerst moet het drukstuk van de pakkingbus worden losgemaakt en teruggetrokken, waarna de bus kan worden leeggehaald. Hierbij maken we gebruik van een zogenaamde pakkingtrekker. Dit gereedschap is te vergelijken met een kurkentrekker met een buigzame steel van gewonden staal draad. Een en ander zoals in de vorige figuur is afgebeeld.

De worm van de pakkingtrekker wordt in de eerste pakkingring (torn) geschroefd waarna we deze naar buiten trekken. Soms zijn de tornen sterk verkleefd met de bus en is het nodig om de trekker ook op een andere plaats in de omtrek van de torn te schroeven. We kunnen ook gebruik maken van twee pakkingtrekkers tegelijk. Bij het inschroeven van de worm moeten we ervoor zorgen deze slechts in één torn te draaien omdat anders een te grote kracht bij het uitrekken van de torn moet worden uitgeoefend en de worm uit het pakkingmateriaal wordt getrokken.

Als de pakkingbus leeg is, blazen we deze schoon met perslucht waarbij eventuele verkleefde pakkingresten met een houten spatel worden los gestoken. Op dat moment kunnen we ook de eventuele beschadiging van een as vaststellen en maatregelen voor herstel treffen.

Hierna verpakken we de bus door na elkaar een nieuwe (vierkante) torn in de bus te duwen. Hierbij maken we gebruik van het drukstuk en duwen de torn handmatig zo diep mogelijk in de pakkingbus. Het nieuwe pakkingmateriaal is met een bepaalde lengte, opgerold en verpakt in een kartonnen doos in de handel. Elke torn moet hiervan nauwkeurig worden afgesneden. Een handig hulpmiddel hierbij is een rond stuk hout met de diameter van de as. Het enigszins voorgevormde pakkingmateriaal winden we strak om het houten hulpstuk waarna we onder een hoek van 45° met een scherp mes de benodigde tornen afsnijden. In de rechter afbeelding in de vorige figuur wordt dit geïllustreerd.

De sloten, de plaats waar de schuin afgesneden tornen tegen elkaar liggen, moeten verscherven, dat wil zeggen: steeds met een hoek van 60° verdraaid worden aangebracht.

Bij het aanbrengen van de tornen gebruiken we, al naar gelang waarvoor de afdichting wordt toegepast, consistentvet, olie of grafiet en bewegen we de as of stang zodat we gevoel krijgen van de mate waarmee de tornen tegen de as of stang worden aangedrukt.

Als de pakkingkamer van de pakkingbus is gevuld, moet het drukstuk worden aangehaald zodat de tornen zich zetten. Na het aanhalen draaien we de moeren van de draadeinden of de wartel los en halen deze daarna weer handvast aan. Handvast wil zeggen dat moeren met een zeer gering moment worden aangehaald, zodat de tornen met nauwelijks met enige kracht tegen de as of stang worden gedrukt.

Bij het in bedrijf stellen van de installatie zal de nieuwe afdichting lekken. Door nu stapsgewijs de moeren van het drukstuk aan te halen, zal de lekkage steeds verder afnemen. Door met de hand steeds de temperatuur van de pakkingbus te controleren, kunnen we ervoor zorgen dat het drukstuk niet te veel wordt aangehaald. Een temperatuurstijging betekent dat de wrijving groot is en het drukstuk te veel is aangehaald. Door nu het drukstuk iets te lossen, wordt voorkomen dat de nieuw aangebrachte pakking verbrandt en het materiaal van de stang of as beschadigd wordt.

Bij de ingebruikname van een opnieuw verpakte stopbus of het elimineren van een lekkage hiervan moet na elke actie met betrekking tot het aanzetten van het drukstuk ruimschoots de tijd worden genomen voor het afwachten van de resultaten ervan.

Voor zachte stopbuspakking werd veelal katoen of hennep gebruikt. Katoen is de wollige zaadpluis van de katoenstruik en hennep is de vezel van de hennepplant. Van de vezels worden draden gesponnen, gedrenkt in een smeermiddel en gevlochten tot koord of geweven tot doek. Dicht geweven katoen heet dan canvas. De draden worden bij deze bewerking gedrenkt in een smeermiddel. Doordat het smeermiddel geleidelijk naar buiten wordt geperst, geeft het een langdurige vermindering van de wrijving en daarmee slijtage.



Voorbeeld stopbuspakking

Tot een diameter van circa 5 mm wordt vaak rond koord toegepast voor het verpakken van een stopbus, daarboven is het koord meestal vierkant in doorsnede. Een nadeel van beide pakkingsoorten is dat ze bij een hoge temperatuur snel hard worden en de afdichting gaat lekken en moeilijk weer is dicht te krijgen. Om na het inlopen de wrijving laag te houden en daardoor de slijtage te beperken, worden wel krullen witmetaal of looddraad meegevlochten in het vezelkarkas van de pakking. Tegenwoordig wordt bij de vervaardiging van dit soort pakking modernere materialen gebruikt, zoals bijvoorbeeld aramide en teflon.

2.6 Onderhoud onderdelen van het natte pad

Hierna worden een aantal installatieonderdelen genoemd waarvan de onderhoudstand van invloed is op het functioneren van het gemaal en waaraan onderhoud gepleegd moet worden tijdens het malen of juist daarvoor of erna.

2.6.1 Krooshek

Het krooshek moet steeds goed schoon worden gehouden waarmee voorkomen wordt dat vuil de waaier verstopt of bij harde voorwerpen, zoals perkoenpaaltjes, de schoepen van de waaier beschadigd raken.

2.6.2 Zuig- en persleiding

De verbindingen van de zuig- en persleiding moeten goed afdichten omdat anders het gewenste vacuüm voor pompbedrijf niet kan worden bereikt of steeds wegvalt en er geen water meer wordt verzet. Het opsporen van een lekkage is lastig en omdat een deel van het leidingsysteem zich onder maaiveld bevindt alleen maar mogelijk als deze wordt ontgraven.

Door de pomp uit bedrijf te nemen en het vacuüm niet te verbreken, kunnen we aan de snelheid waarmee het vacuüm terugloopt zien of zich in het leidingsysteem een lek bevindt en hoe groot deze is. Vervolgens moet naar de plaats van de lek nader onderzoek worden gedaan. Opgemerkt wordt dat een dergelijke controle alleen mag worden uitgevoerd bij een goed werkende terugslagklep, omdat anders water terug de polder in stroomt, de pomp als turbine gaat werken en probeert de dieselmotor aan te drijven.

2.6.3 Terugslagklep

De terugslagklep voorkomt dat er water terugstroomt als het leidingsysteem is geëvacueerd. Een voorbeeld van een dergelijke situatie doet zich voor tijdens het plotseling uitvallen van de motor tijdens maalbedrijf. Als gevolg van het grote niveauverschil tussen de boezem en de toevoertocht zal een grote hoeveelheid water terugstromen en navenante krachten op de schoepen van de waaier uitoefenen die de motor in tegengestelde draairichting willen laten draaien. In een dergelijke situatie moet onmiddellijk het vacuüm worden verbroken door de kraan op het slakkenhuis van de pomp te openen. Uit het voorgaande moet worden afgeleid dat de terugslagklep in goed werkende staat moet worden gehouden. De controle hierop kan alleen maar worden uitgevoerd door middel van een onderwaterinspectie door een professioneel duikbedrijf.

2.7 Geraadpleegde bronnen en verantwoording illustraties

Bij het samenstellen van dit deel van de Leidraad Kennisborging is gebruik gemaakt van een aantal bronnen en illustraties uit deel IV. Evenals bij deel IV is ook hier gebruik gemaakt van informatie op het internet met in aanvulling daarop gegevens uit het archief van het Hoogheemraadschap van Rijnland en STIBOM (Stichting Behoud Oude Motorgemalen).

Bij deel IV is een uitgebreide literatuurlijst gevoegd waarnaar hier verwezen wordt. Voor de specifiek op het dieselgemaal De Antagonist betrekking hebbende gegevens is met betrekking tot dit deel gebruik gemaakt van de volgende bronnen en illustraties. Daar waar nodig wordt in de tekst van deze Leidraad verwezen naar de vindplaats van de bron of de illustratie.

2.7.1 Geraadpleegde bronnen

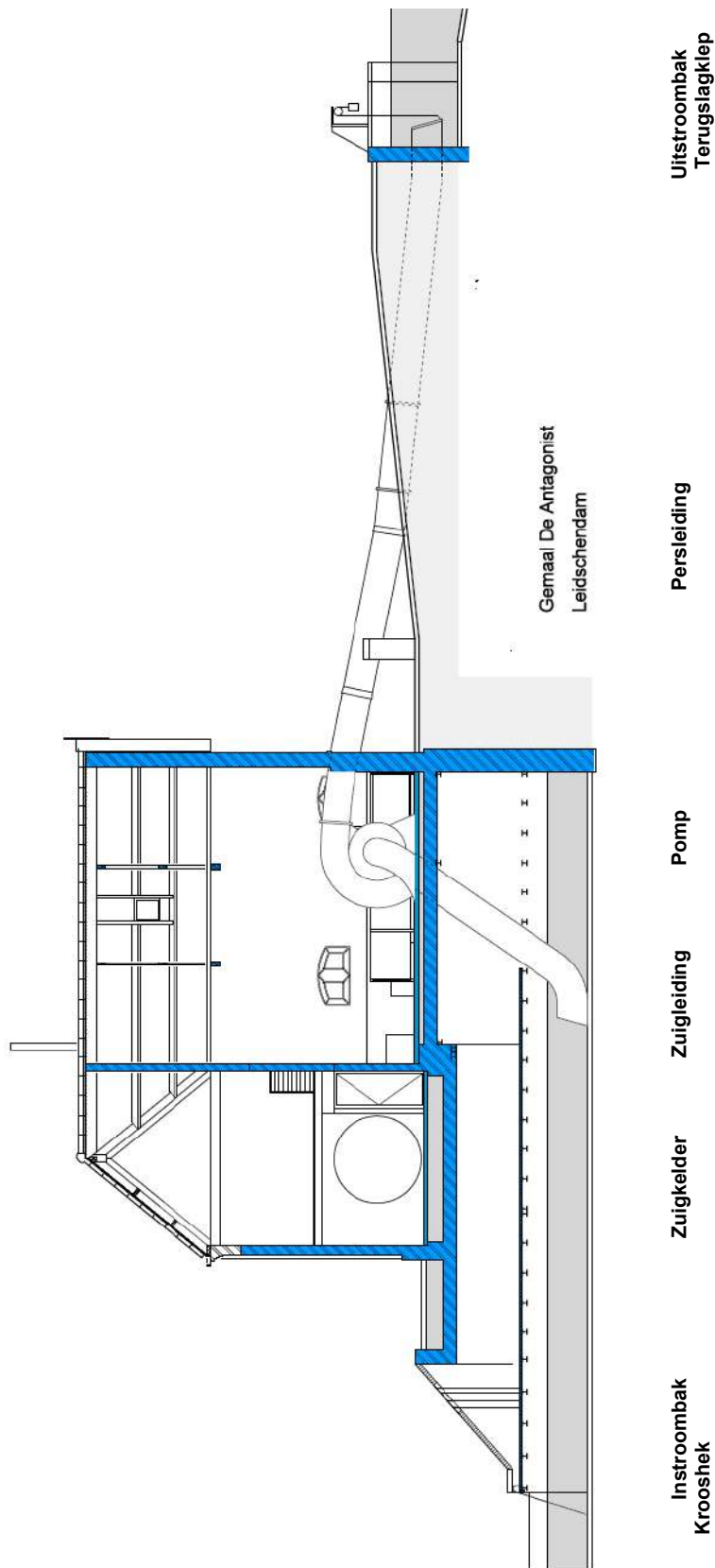
Anson Engine Museum, Poynton, UK	Diverse digitale en verbaal overgedragen gegevens over de constructie en de werking van de motoren van het gemaal
Peter Daamen, Oude motoren	Gegevens over het brandstof systeem van de Crossley hoofdmotor en de bedieningshandleidingen van de hoofd en hulpmotor van het gemaal.
Tak Architecten, Arnhem en Delft	Tekeningen die ten behoeve van de restauratie van het gemaalgebouw zijn gemaakt
Flowserve Campus, Etten-Leur	Tekeningen en gegevens van oude door Stork gefabriceerde centrifugaalwaaierpompen
Edison Splitdorf, Camas Washington, USA	Gegevens over de ontstekingsinstallatie van de Crossley hulpmotor
Groeneveld-BEKA, Gorinchem	Informatie over het automatisch werkend vetsmeerapparaat van het fabricaat BEKA
Pistonpumps, Allora, Queensland, Australië	Informatie over de koelwaterpomp van het fabricaat Ajax voor het koelwatersysteem van de hoofdmotor

2.7.2 Websites

Anson Engine Museum	Detailinformatie over Crossley motoren in het gemaal
Edison Splitdorf	Informatie over de toegepaste ontstekingsinrichting van de Crossley hulpmotor
Delfer historische teksten	Diverse historische gegevens over de bouw, het gebruik en de ombouw van Stoomgemaal naar Dieselgemaal
Hoogheemraadschap van Rijnland	Diverse gegevens over het gemaal De Antagonist en de restauratie ervan
Groeneveld-BEKA	Informatie over de toegepaste vetsmeerpomp
Bosman Watermanagement BV	Informatie over revisie van oude centrifugaalwaaierpompen van Stork

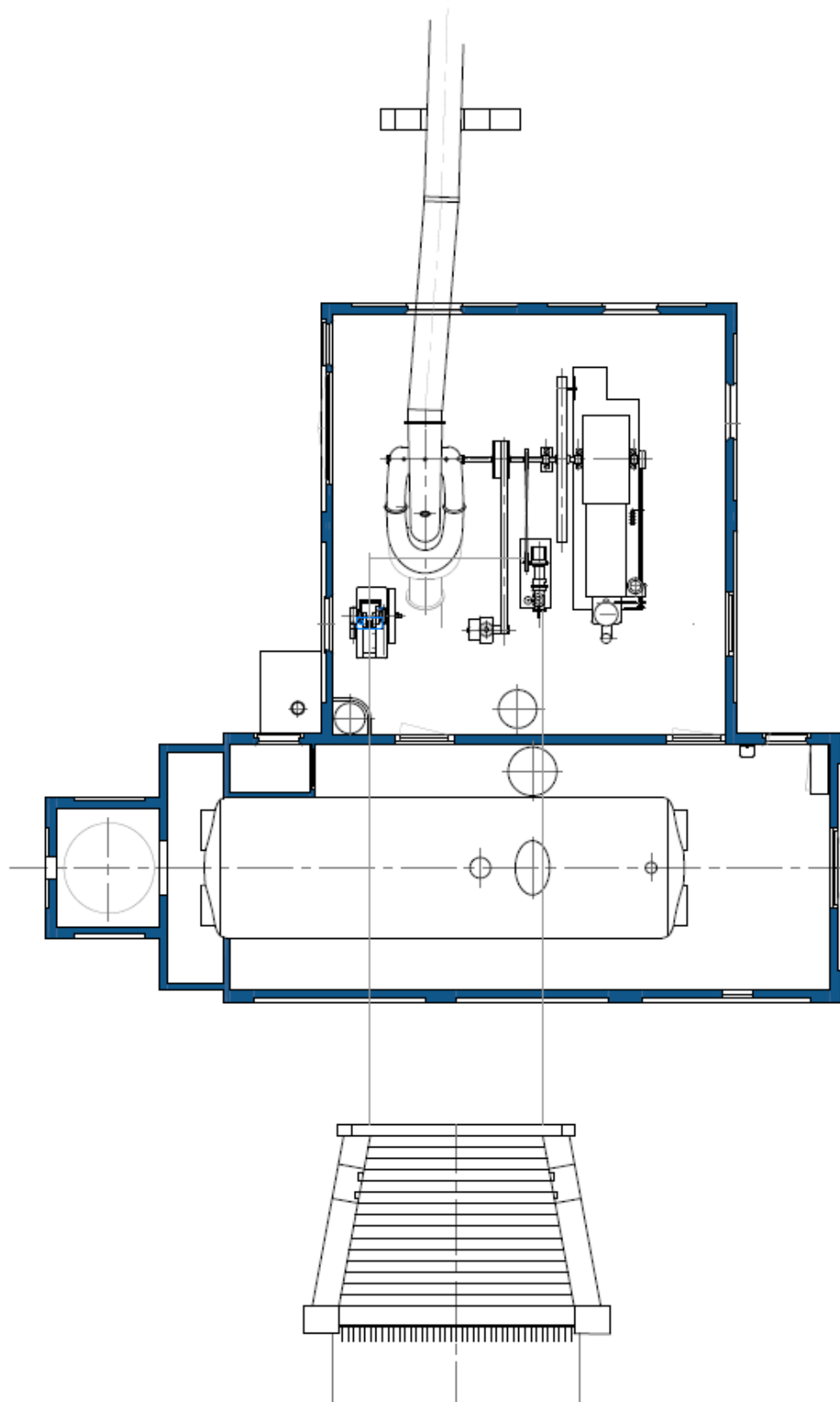
Flowserve Etten-Leur	Tekeningen en gegevens van oude door Stork gefabriceerde centrifugaalwaaierpompen
Pistonpumps	Informatie over de Ajax koelwaterpomp voor het koelsysteem van de hoofdmotor

Bijlage 1 Het natte pad

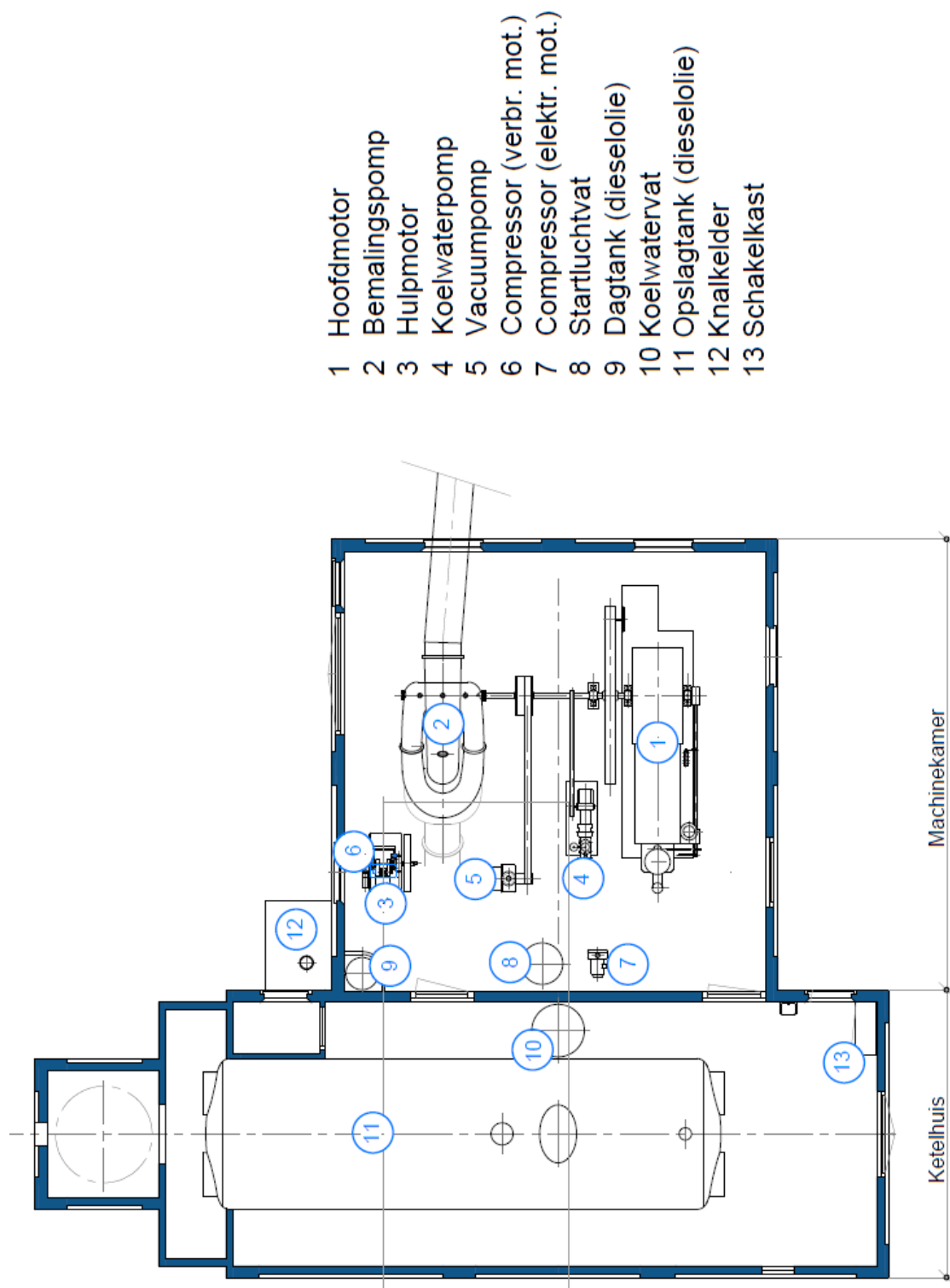


Gemaal De antagonist (Schema van het natte pad)

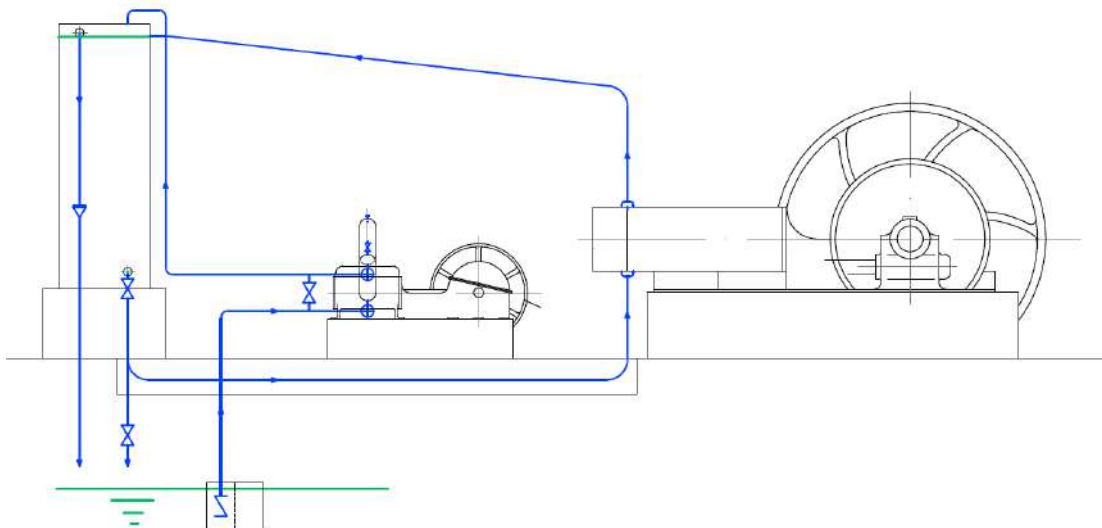
Bijlage 2 Plattegrond gemaal



Bijlage 3 Machines en installatieonderdelen



Bijlage 4 Koelwaterschema hoofdmotor



Bijlage 5 Smeerschema

In deze bijlage worden de verschillende olie- en vetsmeerpunten van de werktuigen van de bemalingsinstallatie weergegeven.

Smeerschema Gemaal De Antagonist

Smeerpuntnummer	Machine / machineonderdeel	Smeermiddelsoort	Smeermethode	Type opslag van het smeermiddel	Type smering
	Hoofdmotor				
1	Krukaslager	T-olie	ringsmering	olietrog	omloopsmering
2	Krukaslager	T-olie	ringsmering	olietrog	omloopsmering
3	Machineaslager	T-olie	ringsmering	olietrog	omloopsmering
4	Zijasoverbrenging	T-olie	spatsmering	olie trog	omloopsmering
5	Overbrenging reguleteur	T-olie	spatsmering	olietrog	omloopsmering
6	Brandstofpomp nok	T-olie	spatsmering	olietrog	omloopsmering
1	Inlaatklep	M-olie	druppelsmering	oliepot	verbruikssmering
2	Nokken bij in- en uitlaatklep	T-olie	druppelsmering	oliepot	verbruikssmering
1	Centraal oliesmeersysteem 1. zuigerpen 2. cilinder 3. krukpen 4. uitlaatklep	M-olie en T-olie	druksmering	reservoir	verbruikssmering
	Koelwaterpomp				
7	Tandwieloverbrenging	T-olie	spatsmering	krukkast	omloopsmering
	Vacuümpomp				
3	Aslager vacuümpomp	consistentvet	druksmering	vetpot	verbruikssmering
4	Aslager vacuümpomp	consistentvet	druksmering	vetpot	verbruikssmering
	Bemalingspomp				
1	Pompaslager aandrijfzijde	consistentvet	druksmering	vetpot	verbruikssmering
2	Pompas lager niet-aandrijfzijde	consistentvet	druksmering	vetpot	verbruikssmering
2	Centraal vetsmeersysteem 1. pompaslager aandrijfzijde 2. pompaslager niet-aandrijfzijde	consistentvet	druksmering	vetbus	verbruikssmering
T-olie = Transmissie-olie C-olie = compressorolie M-olie = motorolie					

Smeerpuntnummer	Machine / machineonderdeel	Smeermiddelsoort	Smeermethode	Type opslag van het smeermiddel	Type smering
	Hulpmotor				
8	krukaslager	T-olie	ringsmering	olietrog	omloopsmering
9	Krukaslager	T-olie	ringsmering	olietrog	omloopsmering
10	Zijasaandrijving	T-olie	spatsmering	olietrog	omloopsmering
3	Krukpen smering	T-olie	druppelsmering	oliepot	verbruikssmering
4	Cilindersmering	M-olie	druppelsmering	oliepot	verbruikssmering
	Smering aanzetinrichting	Consistentvet	druksmering	vetpot	verbruikssmering
	Compressor (motor gedreven)				
5	Cilindersmering compressor	C-olie	druppelsmering	oliepot	verbruikssmering
6	Krukpensmering compressor	T-olie	druppelsmering	oliekamer	verbruikssmering
	Compressor (elektr. gedreven)				
11	Cilinder, zuigerpen, lagers	C-olie	spatsmering	carter	omloopsmering
T-olie = Transmissie-olie C-olie= compressorolie M-olie = motorolie					

Bijlage 6 Voorschriften voor bediening en onderhoud van Crossley ruwoliemotoren

Engelstalige beschrijving en instructies voor de inrichting van installaties, bediening en onderhoud van de Crossley ruwoliemotoren betreffende de hierna aangegeven motortypes. In de beschrijving van deze 'Dieselmotor' en bij de figuren is steeds aangegeven welk type het betreft. De informatie is niet uitputtend, terwijl sommige functies niet of niet meer van toepassing zijn op de toegepaste hoofdmotor van het dieselgemaal De Antagonist.

INSTRUCTIONS
FOR
ERECTION AND RUNNING
FOR THE
NEW CROSSLEY OIL ENGINE
FOR REFINED, CRUDE, RESIDUAL OILS AND TAR

O and OE 115

O and OE 117

O and OE 120

O and OE 122

O and OE 123

O and OE 126

O and OE 128

CROSSLEY BROTHERS LTD.
ORENSHAW MANCHESTER

INSTRUCTIONS
FOR
ERECTION AND RUNNING
FOR THE
NEW CROSSLEY OIL ENGINE
FOR REFINED, CRUDE, RESIDUAL OILS AND TAR

O and OE 115

O and OE 117

O and OE 120

O and OE 122

O and OE 123

O and OE 126

O and OE 128

CROSSLEY BROTHERS LTD.

ORENSHAW MANCHESTER

INDEX.

NOTE.—This Book is divided into separate Sections as follows :—

PAGES.				PAGES.				PAGES.			
Erection on Site	4 to 7	Working	33 to 37	Dismantling	52 to 54						
General Notes	8 to 12	Warning	38 to 40	Double Cylinder Engines...	55						
Description of Parts	13 to 28	Maintenance (Adjustments, Cleaning & Repairs)	41 to 51	Tar Oil Engines	56 to 60						
Starting	29 to 33					Spare Parts List	61 to 76				

	Erection.	General Notes.	Description of Parts.	Starting.	Working and Stopping.	Warnings.	Maintenance.	Dismantling.	Double Cylinder Engines	Tar Oil Engines.	Repairs, Spare Parts.
	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.	Page.
Adjustments		8	26		34, 35, 36		41 to 49	54	6, 55	60	
Air Admission Valve		10					41	53			63
Air Starter Valve... ..		10, 12	13, 22, 24	31, 32, 33		38	47, 48		55		71, 72
„ Receiver	4, 5, 7	12	24	29, 31, 32, 33		40	47, 48				72
„ Stop Valve		12	23, 24	29, 33		40	47, 48				72
„ Controller Valve		12	23								72
Attendant... ..	4	8			34, 35	38	41, 44, 45				62, 76
Barring Gear	5, 7	10	26	30, 33		38					73
Bearings	6	10	14, 15, 28	30	33, 34, 37	38, 39	42, 49, 51				64, 65
Breecch-End		10	13			38, 39	41, 42				63
Cams and Cam Setting		11	16, 17	30	36		41, 51	54	55		63, 66, 67
Circulating Water	4, 5, 7			30, 33	33, 36, 37	38, 39, 40	51			60	
Cleaning	6	8			35	38, 39, 40	41 to 48, 51				
Combustion Chamber		10	13			38	41, 45, 51				
Connecting Rod		10	16, 28	30, 33	34, 37	38	42, 51	52			65
Control Valve and Gear		10	19, 20, 21		35	40	46, 51				69
Crankshaft	5, 7	10	14, 28		34		49	53			64
Cylinder Liner		10			34	39					64
Dismantling						38	43 to 47	52 to 54			
Exhaust Bend	4, 5, 7	10					41				64
„ Regulating Valve			30, 31								70
„ Silencer	4, 5, 7						41, 51				
„ Valve		10	13, 28	30	37		41, 51	53		60	64
Flywheels	5, 6, 7	10	14	31	37		47	53	55		64
Frost		8			37	38					
Fuel Oil		9		30			51			56	
„ „ Tank and Strainer	5, 6, 7		22	30, 33		40	47, 51			58	70, 74
„ „ Pipes	6		21	30, 33		40	47, 51		55	59	76
Gear Wheels			14, 16, 19, 28		34, 37	38	43		55		64
Governor and Dashpot		10	19, 28	30, 33	35	38	51		55		63, 68
Governing Gear		10, 11	19, 20, 21	30, 33	34, 35	38	46, 51		55		68, 69, 70
Inspection Chart							51				
Insurance... ..		8					42				
Joints						39	46, 47, 48				71
Knocking					37		50				
Log Sheet		8									
Lubrication	6		14, 27, 28	29, 30, 33	34	38, 39	42, 51			60	
Lubricators			27, 28	29, 30, 33	34	38, 39	42, 46, 47				65, 73, 74
Lubricating Oils					34	39	42, 51				
Oil Sprayer and Strainer		10	13, 18		35	40	43 to 46, 51			57, 59, 60	67, 68, 70
„ Pump (Fuel Oil)		10	17, 18		36	40	43, 51	54		59	66, 67
„ „ (Ignition Oil)										57, 58, 59, 60	74
„ Heater and Strainer	5, 7		18, 21	32, 33	35		47, 51			59	70
„ Overflow Tundish			18, 21				46			59	70
Owner	4	8, 9					41			56	61, 76
Piston and Rings		10	15, 27		34, 37		41, 51	52			65
Repairs	6	8					41, 48, 51				62
Spare Parts		8					48, 51				61 to 76
Starting including Starting Lamp		12	18, 22, to 26	29, 31, 33		38	41		29, 55	59	
Stopping							42			60	
Tar Oil Parts										56 to 60	74, 75
Trouble Chart							50				
Valves and Settings		11			36		41, 51	54	55		
Warnings						38, 39, 40	41 to 47			60	
Water Jacket	6				36, 37	38, 39, 40	51			60	
Water Supply	5, 6, 7		30, 33		36, 37	38, 39, 40	51			60	
Working					33 to 37						

LIST OF ILLUSTRATIONS.

3

NOTE—As we are continually improving our designs and methods of manufacture, we do not guarantee that the illustrations in this book accurately represent the parts on the Engine.

FIG.	PAGE.
1. External view of O and OE 128 Engine - - - - (on front cover)	5
2. Erection Plan for Single Cylinder Engine - - - -	7
3. Erection Plan for Double Cylinder Engine - - - -	10
4. Sectional Arrangement of Engine - - - -	11
5. Valve Setting Diagram - - - -	12
6-7-8. Starting Apparatus—recharging and belt-driven types - - - -	13
9-10. Breech Ends. Sizes O and OE 115 to 128 - - - -	14
11. Crankshaft and Main Bearings - - - -	14
12. Flywheel in halves - - - -	15
13-14. Pistons. Sizes O and OE 115 to 128 - - - -	15
15. Connecting Rod - - - -	16
16-17. Sideshafts and Cams. Sizes O and OE 115 to 128 - - - -	17
18-19. Oil Pumps. Sizes O and OE 115 to 128 - - - -	18
20-20A. Oil Sprayer and Strainer—Original and Improved Types - - - -	19
21. Governor - - - -	19
22-23. Control Valve, Balanced and Unbalanced Types - - - -	20
24-25. Control Valve operating mechanism. Sizes O and OE 115 to 128 - - - -	21
26. Oil Heater and Strainer - - - -	22
27. Fuel Oil Tank - - - -	22
28. Screw-down Valve for Fuel Oil Tank - - - -	22
29. Hand Starter Valve. Sizes O and OE 115 & 117 - - - -	23
29A. Starter Valve, Recharging Type. O and OE 115 to 117 - - - -	23
30. Receiver Stop Valve. Sizes O and OE 115 to 117 - - - -	24
31. Cam Controlled Starter Valve. Sizes O and OE 120 to 128 - - - -	24
32. Automatic Compressed Air Starter Valve. Sizes O and OE 120 to 128 - - - -	25
33. Receiver Stop Valve. Sizes O and OE 120 to 128 - - - -	25
34. Heating Lamp - - - -	26
35. Barring Bracket and Bar. Sizes O & OE 120 to 123 - - - -	26
36. Single Purchase Hand-Turning Gear. Sizes O and OE 126 & 128 - - - -	26
37. Double Purchase Hand-Turning Gear. Sizes O & OE 128 - - - -	27
38. Double Plunger Lubricator. Sizes O & OE 115 to 122 - - - -	28
39. Central Mechanical Lubricator. Sizes O and OE 123 to 128 - - - -	38
40. Gearing up Sideshaft Wheels - - - -	42
41. Connecting Rod Bolt - - - -	43
42. Oil Pump Gland Packing - - - -	43
43-43A. Sprayer Nozzle—original and improved types - - - -	44
44. Sprayer Gland Packing - - - -	44
45. Sprayer nozzle gauge and chain - - - -	49
46-47. Crank Bearings (Testing Alignment Diagrams) - - - -	52
48-49. Withdrawing Piston - - - -	53
50. Removing Air Silencer and Admission Valve Block - - - -	53
51. Removing Exhaust Valve - - - -	53
52. Mounting and Dismounting Flywheel on Crankshaft - - - -	54
53. Adjusting the timing of the Fuel Oil Pump Cam - - - -	54
54. Removing the Pump Cam Toe Piece - - - -	57
55. Ignition Oil Pump. Sizes O and OE 115 to 128 - - - -	58
56. Ignition Oil Pump. Sizes O and OE 128 - - - -	58
57. Ignition Oil Tank - - - -	58
58. Ignition Oil Tank Cock - - - -	59
59. Tar Oil Sprayer - - - -	59
60. Tar Oil Sprayer Nozzle - - - -	59
61. Diagram of the complete Fuel Oil System - - - - Inside Back Cover.	

LIST OF TABLES OF IMPORTANT MATTERS.

Log Sheet - - - -	8
"Petroleum" Oil—Quality to use - - - -	9
" " " —Buying Specification - - - -	9
Connecting Rod Bolt Inspection - - - -	42
"Tar" Oil—Quality to use - - - -	56
" " " —Buying Specification - - - -	56
Lubricating Oil—Quality and Quantity to use on various parts - - - -	34
Starting the Engine—Summary of Starting Operations - - - -	33
Compressed Air—Maintenance of Air-tight Joints - - - -	48
Maintenance—Trouble Chart - - - -	50
Inspection—List of Important parts to inspect periodically - - - -	51
Spare Parts Lists—List of Spare Parts sent with each Engine - - - -	61
" " " —List of Extra Parts recommended for Engines in England - - - -	62
" " " —List of Extra Parts recommended for Engines abroad - - - -	62
" " " —Part numbers and instructions for ordering new parts - - - -	63
Special Instructions (if required) - - - -	77

ERECTION

Of Single and Double Cylinder NEW CROSSLEY OIL ENGINES.

(See Separate Foundation Plan for each different size of engine).

For ready reference, an arrangement of a foundation plan for a Single Cylinder Engine is shown on the opposite page, Fig. 2, and for a Double Cylinder Engine on page 7, Fig. 3. No dimensions are given.

OWNER.—Before the Owner or the "Engineer in Charge" accepts one of our engines, either from an agent or contractor, as being erected on site and ready for working, we strongly advise him to satisfy himself that the notes, given on the foundation and erection plan, as referred to in the extracts below, have been duly observed during the installation of the plant. When unpacking the engine from its packing case, great care must be taken to prevent damage to the engine or any of the parts which may be packed separately inside the case.

CONCRETE FOUNDATION.—This must be built on solid hard ground; if the ground is in any way of a yielding nature, the foundation must either be enlarged or a new site found. It is suggested that the concrete be made of three parts of hard broken brickbats or stone to one part of cement, with sufficient sharp sand to flux. The brickbats or stone should not be larger than will pass through one and a half inch mesh. The concrete foundation shown on this plan is based on our general experience, but the purchaser must be responsible for its proper adaption to his own circumstances. He must also satisfy himself that the materials for the foundation are of suitable quality. We recommend all trenches to be lined with a brick wall, and covered with removable Chequer plates. All trenches must be well drained. On size O. or OE. 120 and larger engines, a hole about nine inches square by three and a half deep, must be left in the concrete for an exhaust pipe guide socket, as shown on the foundation plan, to be secured in place with cement grouting when the exhaust pipe bend and socket have been placed in their positions. The holes for the foundation bolts (see foundation plan) must be filled in with cement after the engine and outer bearing are fixed in position and the foundation bolts have been adjusted to their correct heights. **The bolts must never be fixed in the concrete before the engine is on its foundation.** The foundation bolts marked "O" are for the barring bracket, the bolts marked "P" for the belt-driven air compressor (if used). A hole, three inches square, to be left in concrete for each bolt marked "O" and "P". **IMPORTANT.**—The top of the concrete foundation to be left rough, and the engine to be lined up on iron packings. These should be about 3in. x 3in. x ½in. on sizes O & OE 115 to 117 engines, and about 5in. x 5in. x ¾in. on larger engines. A clay ridge should be made round the engine bed as shown, and cement grouting run in level with the oil groove from inside of the bed through holes provided for this purpose. By running the grouting in from the inside of the bed, it can be definitely seen whether the grouting has completely filled in the space all round the engine bed. The soleplate under the out-end bearing must be grouted up from the inside in a similar manner to the engine bed. Be sure to use good new cement for grouting.

EXHAUST PIPE, SILENCER AND BEND.—This must be arranged as shown. It must never be turned into a drain or chimney. As water sometimes accumulates in the pipe, a small drain plug is provided at the bottom of the silencer for draining purposes. **NOTE.**—When the fuel oil contains sulphur, the condensation of water in the exhaust pipe will have the effect of corroding the exhaust pipe. The pipe should therefore in this case be kept as hot as possible and as short as possible, especially if the engine only works usually at reduced loads. **The exhaust pipe must not be made fast in any wall, but must be left free to expand.** To allow for the expansion of the hot pipes, the exhaust silencer must stand on iron rollers. These must be placed on a concrete or stone flag as shown on the foundation plan. The exhaust pipe and silencer must not be placed within twelve inches of timber as they become hot in working and might cause fire. On size O or OE 120 and larger engines the setscrews in the socket for the exhaust bend must be fitted so that they just touch the foot on the exhaust bend as shown in Figs. 2 & 3, but no pressure must be exerted on this bend. This is very important. This arrangement will allow the exhaust bend to expand vertically, but will prevent any strain being put on the breech end of the engine due to expansion of the horizontal pipes when the latter become hot in working.

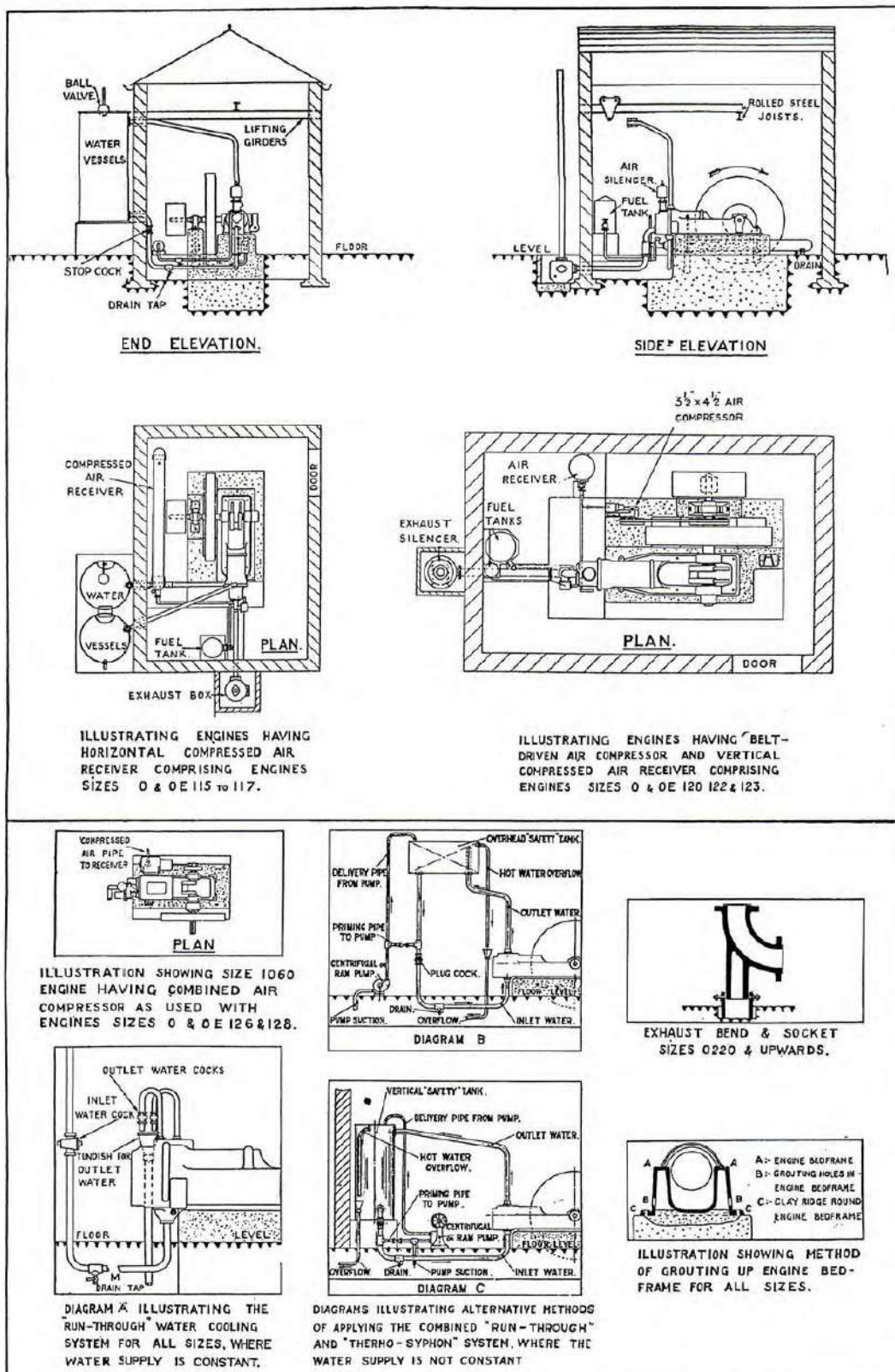
COMPRESSED AIR PIPES.—Before erection all compressed air pipes must be well hammered while in a vertical position to loosen and clear out any rust or scale inside. After hammering the pipes should be painted inside to prevent the formation of further rust or scale, or pipes which are galvanised inside may be used.

COMPRESSED AIR RECEIVER.—The stop valve is packed separately from the receiver. When securing the stop valve in place on the receiver all parts including the packing ring must be perfectly clean and free from dirt or grit. The nuts which secure the stop valve to the receiver on the O & OE 120 to 128 engines must be carefully screwed down to ensure equal pressure being taken by each stud. If when this is done the non-return valve L (Fig. 33) is not perfectly air tight the instructions given on page 48 must be carefully attended to.

CIRCULATING WATER VESSELS AND PIPES.—For engines to work in Great Britain the water vessels are sent out fitted with internal partitions. Water vessels for engines sent abroad are either sent out in (1) flat sections, or (2) nested together as stated below. When sent out in flat sections, the holes are punched and the internal partitions are bent to shape before being packed. Ample solder and rivets are supplied for joining together at destination. When sent out "nested" the internal partitions are bent to shape and sent loose (except on the inner vessel) with sufficient solder to joint them up after arrival at their destination. The arrangement of partitions in circular water vessels to aid in cooling, must be properly arranged as shown on the foundation plan. Water vessels must be supported under the whole of the bottom surface, otherwise the weight of water on the unsupported bottom plate will cause them to leak. In hot countries the amount of water used in the water vessels must be increased to suit the climate, an additional capacity of at least 50 per cent. is recommended. The above arrangement of tanks is usually adopted for all single cylinder engines except O and OE 128 and double cylinder engines O or OE 220 to 228 inclusive for which one large tank with pipes arranged as shown on the foundation plan is recommended. Circulating Water Pipes must be arranged so that the inlet for cold water is connected to the bottom of the water vessel, and the outlet for hot water connected to the top of another water vessel as shown on the foundation plan. The outlet

Fig. 2.—ERECTION PLAN FOR SINGLE CYLINDER CROSSLEY OIL ENGINE.

5



Note.—Separate large scale erection plans are enclosed in each engine packing case, together with a copy of this book.

6 ERECTION.

CROSSLEY OIL ENGINES.

pipe from the top of the engine cylinder must slope upwards at every point, and sharp elbows must not be used on either the inlet or the outlet water pipes. A stop cock and drain tap are placed in the inlet water pipe. They are for use when the cylinder jacket requires draining, thus avoiding emptying the water vessels. A ball cock should be fitted to the cold water supply pipe for the water vessels where possible.

"RUN THROUGH" WATER COOLING SYSTEM.—Where a good supply of water is available, but where for some reason separate water circulating tanks cannot be used, the "run through" system of water cooling may be used in one of the following ways, each of which is illustrated in Figs. 2 and 3, on pages 5 and 7:—

1.—If an ample and continuously dependable supply of water by gravity is assured, such as from a reservoir, the circulating pipes may be arranged as shown in diagram A in Figs. 2 and 3, pages 5 and 7, the water running through the jackets to waste, a separate cock being fitted to the outlet pipe from both the cylinder jacket and the breech end.

2.—Where the supply of water is *not* so dependable, such as when it has to be pumped from a well or river up to the engine, the supply is liable to cease suddenly, say if air gets into the pump, or if the pump driving belt should break. If no foot valve were fitted to the pump, or if the foot valve stuck open or leaked, the water would run out of the engine jackets when the engine stopped; then, when the engine was put to work again, there would be no water in the engine jackets for some time after starting, and the cylinder and breech end are then liable to become very seriously overheated before the pump becomes operative. When the water enters the jackets it will cool the overheated parts very suddenly and frequently result in one or more of them fracturing. To avoid this danger we strongly advise the use of a comparatively small overhead "safety tank" as shown on diagram B and C in Figs. 2 and 3, pages 5 and 7. The pump keeps this "safety tank" full of water instead of delivering the water direct to the engine. With this arrangement the circulating water pipes between the engine and the "safety tank" must be of the same large bore as used for the usual thermo-siphon system. Should the pump for any reason cease to deliver water to the tank, the water in the jackets and tank will continue to circulate and this will enable the engine to run with reasonable safety for a more or less short length of time, depending on the size of the "safety tank," during which time the water supply may be restarted or the attention of the engine attendant called to the mishap before any damage is done. The "safety tank" should be as large as possible. The overflow from the tank must be led into a tundish where it can always be under the observation of the attendant. The supply of water through the jackets may be adjusted by means of a cock in the inlet water pipe to the engine jackets. This cock should never be entirely shut when the engine is running. See further notes on water circulation under "Working," on pages 36 and 37, and under "Warnings," on pages 39 and 40.

NOTE.—We strongly recommend clients not to use either "hard" or muddy water with "run through" water circulation whether a "safety tank" is used or not. This is with the object of preventing the continuous deposit of scale or mud in the jackets.

FUEL TANKS.—When using crude or residual fuel oils, where space permits, it is advisable to provide fuel storage tanks of considerably increased capacity in addition to the fuel oil tanks supplied with the engine so that any water, sand or foreign matter contained therein may settle at the bottom of these tanks and not pass over to the fuel supply tank in the engine room. The supply pipes should not be taken from the bottom of the fuel tank. Any additional oil tanks of this nature must be provided with large cocks near the bottom to drain out any water and a door through which to clean out any mud or other sediment.

LOOSE FLANGES.—When required, these are sent with the engine, fuel tank, and exhaust box, and are screwed to suit wrought iron pipes up to and including three and a half in. bore with "British Standard" gas threads. Loose flanges above three and a half in. bore, are not included in the price of the engine, and are not supplied unless specially ordered.

ERECTING TACKLE.—The overhead carriage and eight inch by six inch rolled steel joists over centre lines of crankshaft, flywheel, etc., are not included with standard engine, but we can supply them (as an extra) if desired.

CLEANING.—After erecting, and grouting up the bedplate as described above, thoroughly clean it and all the parts packed separately before assembling them.

PARTS INCLUDED AND SUPPLIED WITH STANDARD ENGINE.—Unless ordered otherwise these are engine flywheel, pulley (with industrial single cylinder engines only), out-end bearing, exhaust silencer air silencer, and fuel tank, and, on sizes O and OE 120, and larger sizes, a barring bracket or gear.

PARTS NOT INCLUDED WITH STANDARD ENGINE AND ONLY SUPPLIED WHEN SPECIALLY ORDERED.—Pulley with single cyl. electric type engines and all double cylinder engines exhaust, water, starter, and oil pipes, water vessels, girders, ball cock, water supply pipes to vessels, handrails, floor plates, rollers under exhaust silencer, air compressor, air receiver, concrete foundation, the cutting and drilling of any floors walls, repainting or plastering, and any other builders' work in preparation or making good any structural alterations.

PIPING.—When quoting for a standard set of pipes and bolts, lengths equal to those shown on the foundation plan are included, and no extra price will be charged unless the lengths shewn are exceeded. The ball tap is not included

DOUBLE CYLINDER OIL ENGINES.—When erecting double cylinder engines it should be noted that the left hand engine is stamped "A" and the right hand cylinder "B"; these letters may be found on the breech end: immediately above the engine number. The exact distance apart and alignment of the two bedplates must be determined by setting a pair of trammels to the length U on the crankshaft webs as shown on page 7. The distance apart of the encircled centre dots on the front of the bedframes V to V, and on the water outlet facings W to W must then correspond exactly with this length.

BEARINGS.—On both single and double cylinder engines it is most important to have the main and outend bearings perfectly in line. Heating of main bearings is frequently an indication of their being out of line, and the earliest opportunity must be taken of having them overhauled by a skilled man—see notes under "Maintenance," page 49.

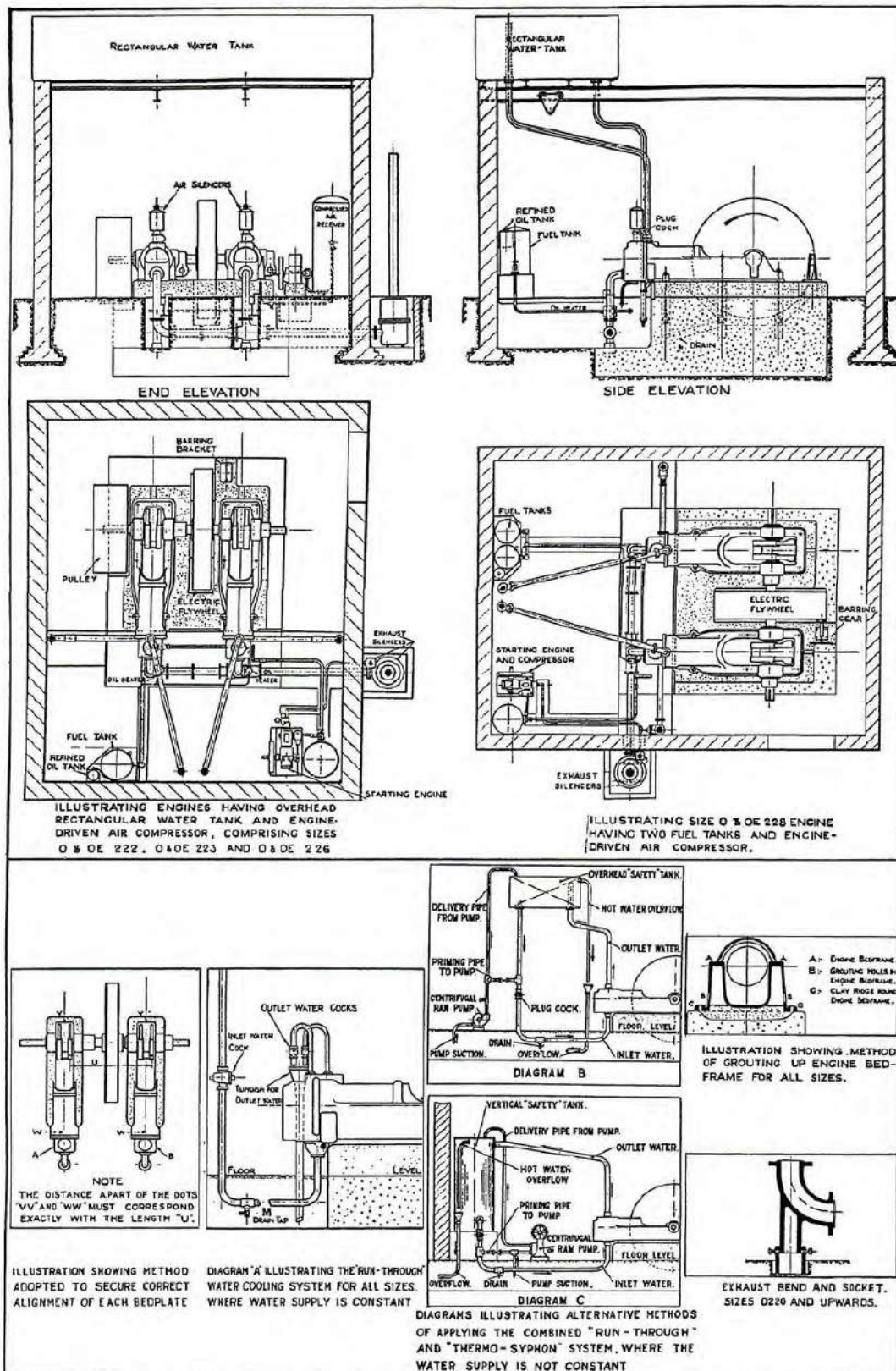
FLYWHEELS.—For instructions for mounting or dismounting either solid or split flywheels, see page 53.

SPARES AND ACCESSORIES.—The Owner and the attendant should ascertain that the spares and accessories sent with the engine, as given on page 61 are complete and ready for use.

LUBRICATION.—Before attempting to start the engine for the first time make absolutely sure that all lubricators and oil wells are thoroughly cleaned out and in perfect working order. Also see that the pipes through which the oil is fed to the different parts, and particularly to the large end of the connecting rod, are thoroughly clean and thoroughly flushed out with oil so as to remove any dirt or other foreign matter which may have got in since the engine was tested and packed for delivery.

FIG. 3.—ERECTION PLAN FOR DOUBLE CYLINDER CROSSLEY OIL ENGINE.

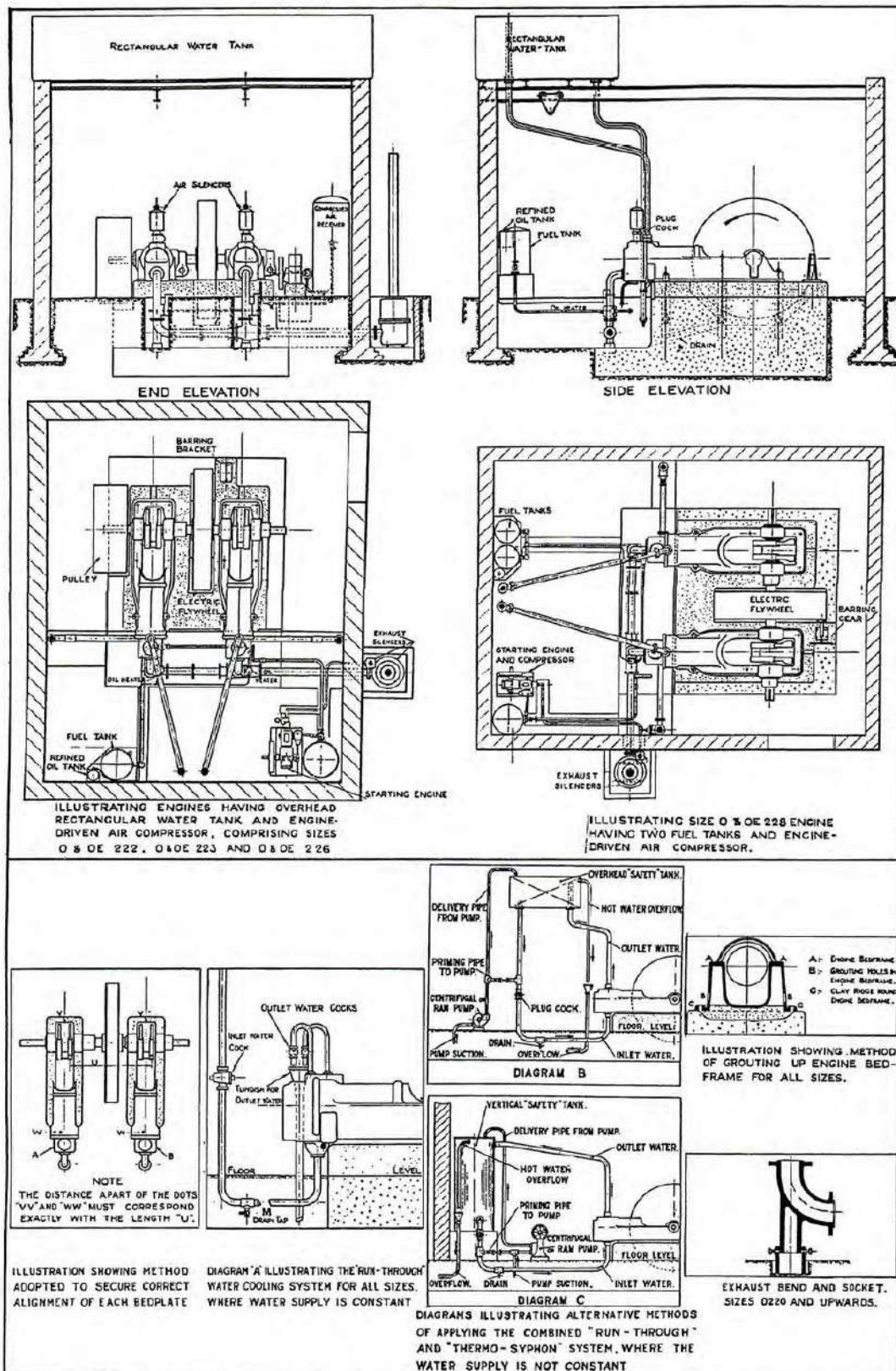
7



Note.—Separate large scale plans are enclosed in each engine packing case together with a copy of this book.

FIG. 3.—ERECTION PLAN FOR DOUBLE CYLINDER CROSSLEY OIL ENGINE.

7



Note.—Separate large scale plans are enclosed in each engine packing case together with a copy of this book.

GENERAL NOTES.

Many thousands of our Engines are installed overseas at great distances from our works, both in the British Dominions and in Foreign Countries. As any requests for information by letter might cause delay we have purposely given these Working Instructions and List of Parts at much greater length than is usual. This has been done entirely in the interests of the owner and the attendant of the engine.

So far as we are aware every information is given in this book to enable the engine to be worked perfectly. The more important points are referred to in each of the separate sections into which the book is divided. Should any of our clients find it desirable for further points to be included, we shall be very pleased to do so the next time this book is reprinted if clients will kindly make suggestions.

IMPORTANT.

SPECIAL NOTE to the Owner and also to the attendant of the engine :—

All machinery is valuable, and is therefore worthy of the best possible care and attention. This is especially the case in a works or factory where perhaps the whole output is dependent on the regular and efficient working of the engine.

Access to the engine-room should not be allowed to any persons not connected with it.

THE ATTENDANT should take a pride in his work and see that both the engine and the engine-room are kept perfectly clean and tidy: the engine especially should be kept free from dust and grit. An engine which is kept clean is usually well cared for throughout, and is likely to give complete satisfaction. A dirty and neglected engine may be expected to give less satisfaction, to have a shorter life, and its wearing parts will invariably require to be renewed sooner than usual; stoppages may also occur owing to hot bearings, or to the piston seizing in the liner, or to other troubles. If the engine is fixed in a position where a considerable quantity of dust is flying about, the engine-room should be made as dust-proof as possible. The attendant should make himself fully acquainted with, and understand the working of, every part of the engine, and always make any adjustments as soon as they may seem to be necessary. All tools, accessories, spare parts, etc., should be kept in good order and stored in a proper place so as to be instantly available when required. It is only by taking an intelligent interest in this way, that an engine can be expected to be regular, quiet, and efficient in working.

INSURANCE.—It is essential to have periodical examinations of the principal parts made by a skilled engineer and in this connection we would call your attention to the advantages gained by insuring the engine against accident with one of the leading Engineering Insurance Companies, who provide periodical inspection services by skilled surveyors who have been specially trained for such work. Engine users are particularly advised to consult such Insurance Companies as to the suitability of the water in use for cooling the cylinder jackets. It is necessary to ascertain whether any, and if so, what kind of treatment of the water is advised to avoid scale deposits in the jackets, which might lead to fractures.

It is a good plan to keep a **Log Sheet** on the following lines, in the engine room. This will show if the Engineer's duties are being properly performed, and will also indicate to the Owner when those parts which require periodic examination were last inspected. An example of a Log Sheet is shown below. A further and more detailed list of points to be attended to is given on pages 50 and 51.

ENGINE ROOM LOG SHEET.

SIZE OF ENGINE OE 123.

ENGINE No. 80,850.

1924	Exhaust valve ground in.	Piston with- drawn for examination, and combustion chamber cleaned.	New piston rings fitted.	Large end connecting rod brass adjusted and crank pin examined.	Small end connecting rod brass adjusted and piston pin examined.	Main bearings adjusted and crank journal examined.	Water jacket and water pipes cleaned.	Sprayer and strainer cleaned.	Oil heater and strainer and all fuel pipes cleaned.	Fuel Oil pump cleaned and lift of valves examined.	Air receiver and piping drained. Air compressor cylinder and valves cleaned.
JAN.		25th	25th	25th	25th			11th			18th
FEB.	12th						2nd		5th		
MAR.						9th					16th
APRIL				10th							
MAY	29th								17th		15th
JUNE										14th	

NOTE.—The temperature of the engine-room should not be allowed to fall below 40° F. (4° C.) See note on "Frost."

CORRESPONDENCE.

Note.—In correspondence always state the engine number and the engine size, as given on engine name plate, and also the quality of fuel used.

EXAMPLE.—Engine No. 80,850. Siz OE 123. Persian Fuel Oil. Specific gravity .900.

Note.—When ordering spare parts state also the number required of each part and the correct name and stock number of each of the parts as given in the Spare Parts List on Pages 63 to 75.

EXAMPLE.—6, Piston Rings. Stock No. 941.

PETROLEUM OILS. QUALITY TO USE. IMPORTANT.

(NOTE.—For "TAR OILS" see Page 56.)

Fuel Oils suitable for these Engines are approximately as follows provided they comply with the "Buying Specification" given at the bottom of this Page.

PETROLEUM OILS AND SHALE OILS.	Approximate Specific Gravity.	Beaume Degrees.
Refined Petroleum or Shale Oil, such as Kerosene, Paraffin Oil, or Distillate	'800 to '830	45 to 39
Gas Oil, Solar Oil, or Light Crude Oil	'830 to '860	39 to 33
Light Residual and Diesel Oils	'860 to '900	33 to 25
Medium Residual and Furnace Oils	'900 to '920	25 to 22
Heavy Residual and Furnace Oils (some are not suitable)	'920 to '940	22 to 18

SPECIFIC GRAVITY.—Although the specific gravity is not a very reliable guide to the quality of an oil, all "petroleum" oils with a specific gravity above .900 should be tested for coke and asphaltum, which are undesirable contents.

VISCOSITY.—It is important that the oil should be of a sufficiently fluid nature to enable it to be atomised effectively. The viscosity must therefore not exceed 750 seconds at 100° F. (38° C.) in the Redwood Ordinary No. 1 Viscometer. As a general rule the viscosity of 500 seconds is a safer figure. Unless an oil is sufficiently fluid it will not run freely from the fuel tanks to the oil heater and oil pump. Consequently neither the pump nor the sprayer would operate efficiently and, should the pump suck in air, it would stop the engine at once.

HARD ASPHALTUM.—The amount of hard asphaltum in a residual oil (determined by the petroleum spirit method; precipitation process) must not exceed 4%, and 1% must not be exceeded if the engine is required to run for long periods, especially if the engine should usually work at or below one-third of its normal rated power.

COLD TEST.—To ensure the oil being sufficiently free from wax, which would prevent it flowing freely in the pipes, it must remain liquid at 32° F. (0° C.) for a period of one hour.

ASH.—This tends to accumulate in the engine cylinder and causes wear. Even a very slight ash content in an oil is a serious matter.

WATER.—The amount of water in the oil must not exceed 1%.

Note on Petroleum Oils.—In selecting an oil for use in an oil engine, it is not only its cost per gallon, or per ton, which should be considered. The chief point is the cost of running the engine. A low grade oil which may appear to be cheap, may in fact be very expensive, owing to high asphaltum, water, and sometimes sand contents, and to the more frequent cleaning and repairs, and the increase of lubricating oil necessary, all of which have to be paid for. Taking everything into consideration, we recommend the use (to the buying specification given below) of "petroleum fuel oils," having a specific gravity between .860 and .920 (33 to 22 Beaumé). Some of the heavier oils are suitable, but others are not, owing not only to high asphaltum and water contents, but because, in some cases, the proportion of these contents vary so much as to make the oil quite unreliable. See notes on using such oils in "Tar" Oil Engines on page 56.

BUYING SPECIFICATION.—When obtaining supplies of petroleum fuel oil we strongly recommend that they should always be bought to comply with the seven features of the following specification. If all oils bought come within this specification in all respects the user will save time, trouble and money:—

PETROLEUM FUEL OIL—SPECIFICATION.	
1. Product	Petroleum or Paraffin Oil (no Tar Oil or other fuel to be added).
2. Flash Point.....	Not under 100° Fahr. Close Test (38° Cent.).
3. Hard Asphaltum	Not over 4% (Not over 1% preferred).
4. Cold Test..	Oil to remain liquid at 32° F. (0° C.).
5. Water	Not over 1% (Anything over 1% is due to carelessness on the part of the suppliers).
6. Ash	Not over 0.05% (one twentieth of one per cent.).
7. Viscosity	Not over 750 seconds (500 preferred) at 100° F. (38° C.) in the Redwood No. 1 Viscometer.

NOTE.—Should a client desire to use a fuel oil which does not come within the limits of this specification we shall be pleased to advise as to its suitability, with possible modifications to the engine, if a sample pint ($\frac{1}{2}$ litre) is sent to us for examination. If a complete analysis of the oil is desired a small charge is made. For example crude cotton seed oil is an excellent oil. So also is Arachis (pea-nut) oil and other vegetable oils.

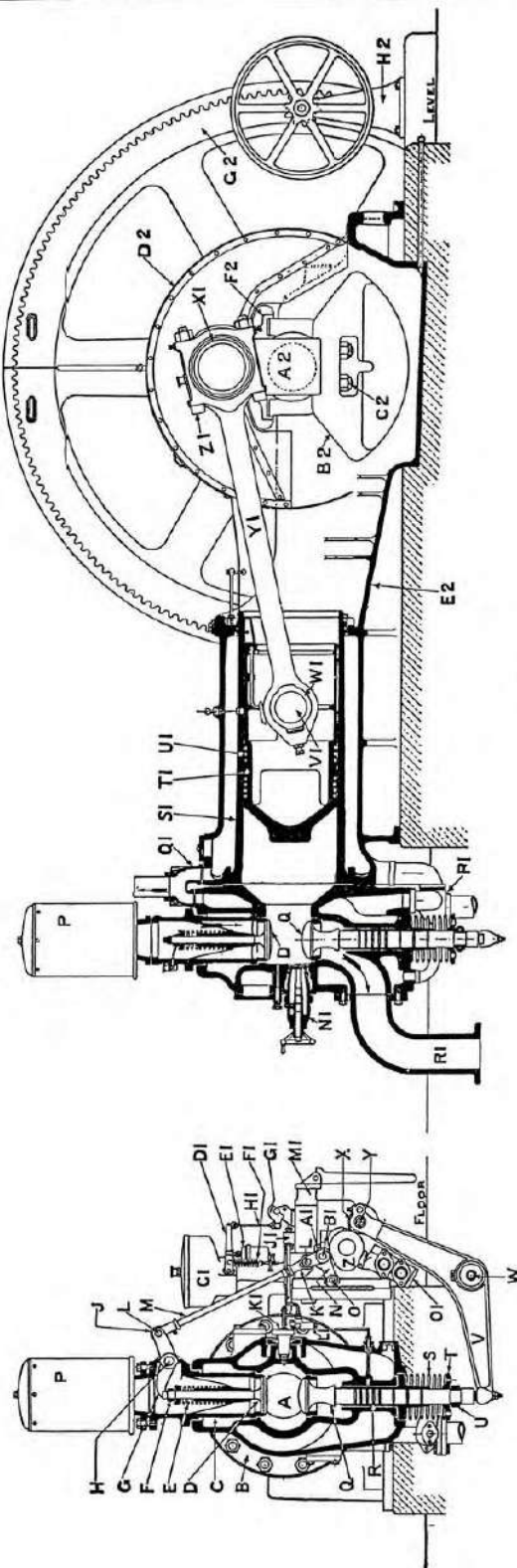


FIG. 4.

SECTIONAL ARRANGEMENT OF ENGINE.

A—Combustion Chamber.	V—Exhaust Valve Lever.	P1—Water Inlet Branch.
B—Breach End.	W1— " " Lever Fulcrum Pin.	Q1— " " Outlet " "
C—Admission Valve Block.	X— " " Roller.	R1—Exhaust Bend.
D—Admission Valve.	Y— " " " " "	S1—Cylinder Liner.
E— " " Spring.	Z—Combined Cam.	T1—Piston.
F— " " Pusher Head.	A1—Admission Valve Roller.	U1— " " Rings.
G— " " Lever.	B1— " " " " Pin.	V1— " " " " "
H— " " " " Fulcrum Pin.	C1—Centrifugal Governor.	W1—Small End Bearings.
J—Top Eye for Admission Valve Rod.	D1—Governor Dashpot.	X1—Large " " Body.
K—Bottom Eye for Admission Valve Rod.	E1—Governor Lever.	Y1—Connecting Rod Bolts.
L—Pins for Admission Valve Rod.	F1—Governor Speeder Spring.	Z1—Crankshaft " "
M—Admission Valve Rod.	G1—Quadrant.	A2—Balance Weights.
N—Rocking Lever.	H1—Control Valve.	C2— " " Stud.
O— " " Fulcrum Pin.	J1—Fuel Oil Sprayer.	D2—Splasher Guard.
P—Air Silencer (Completo).	K1—Strainer on Sprayer.	E2—Bedframe.
Q—Exhaust Valve.	L1—Fuel Pump.	F2—Main Bearing Caps.
R— " " Guide.	M1—Starter Valve.	G2—Flywheel.
S— " " Spring.	N1—Cam Controlled Compressed Air Starter Valve.	H2—Barring Gear.
T— " " Plate.		
U— " " Clip.		

METHOD OF WORKING.

The engine works on the "Four Stroke" Cycle as follows :—(See diagram below).

SUCTION STROKE.—On the first forward or suction stroke of the engine piston, fresh air is drawn into the cylinder through the air admission valve.

COMPRESSION STROKE.—On the return stroke this air is compressed into the clearance space or combustion chamber at the back of the cylinder, and fuel oil is then injected in the form of fine spray, by a pump just before the end of the stroke.

POWER STROKE.—The mixture of fine spray and hot compressed air is then ignited, and the pressure resulting from the combustion drives the piston forward on the power stroke.

EXHAUST STROKE.—The exhaust valve having opened, the burnt charge is expelled by the return of the piston, when the valve again closes.

The above cycle of operations is repeated as long as the engine is at work.

GOVERNING THE OIL SUPPLY.—The governing of the supply of fuel to the engine, in proportion to the load, is effected by varying the time when this injection ceases. This is effected by opening a control valve in the delivery pipe so that more or less of the oil, according to the load on the engine, is delivered back to the suction side of the pump instead of being injected into the combustion chamber. A diagram of the complete fuel oil system is given in Fig. 61, inside back cover.

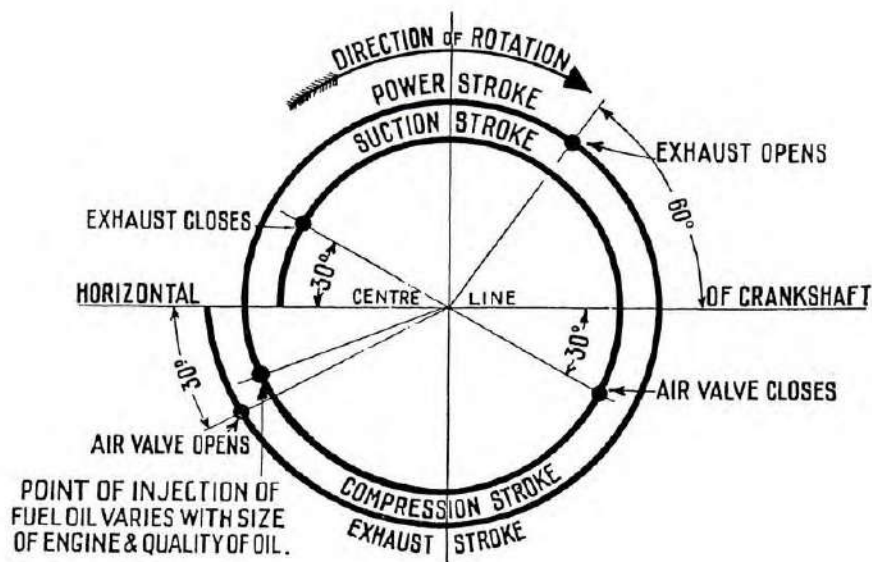


FIG. 5.

VALVE SETTING DIAGRAM.

The above diagram shows graphically one complete "cycle," that is to say, two revolutions of the crankshaft. The angles given are approximately those which the crank occupies in relation to the horizontal centre line of the engine, when the valves are about to open or close. In the case of the oil pump, the point when the plunger is commencing the delivery stroke, varies according to the size of the engine and to the fuel used. The duration of oil injection varies according to the load on the engine.

STARTING APPARATUS.

A compressed air starter is strongly recommended for all sizes of engines and is a necessity in most cases. These starters consist of a compressed air receiver fitted with stop valve, relief valve and pressure gauge, and connected by means of steel piping to the starter valve of the engine.

Three means of applying this system have been adopted :—

- (1) On sizes O or OE 115 to 117, and 215 to 217, as illustrated in Fig. 6, the receiver is charged up with compressed air direct by the engine itself from the engine cylinder. The charging and starting valve on the engine was formerly operated by hand, but this is now being arranged to be cam controlled as illustrated below.
- (2) On sizes O or OE 120 to 123, as illustrated in Fig. 7, the receiver is charged with compressed air direct from a belt driven air compressor, driven either from the main engine or from a countershaft supplied by owners. After the engine is started each day, the storage tank is charged up with air to the maximum pressure by means of this air compressor.
- (3) On sizes O & OE 126 & 128 and O or OE 220 to 228, as illustrated in Fig. 8, the working apparatus consists of an independent engine and compressor combined. The small engine can be arranged to work on town's gas paraffin or petrol, and can be run at any time independently of the main engine.

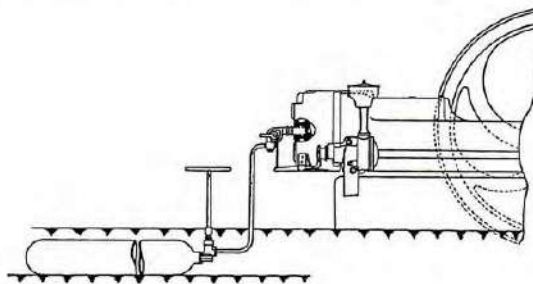


Fig. 6.

Starting apparatus for starting by either hand-operated valve or cam controlled valve, the receiver being re-charged from engine cylinder. Sizes O & OE 115 to 117, 215 to 217.

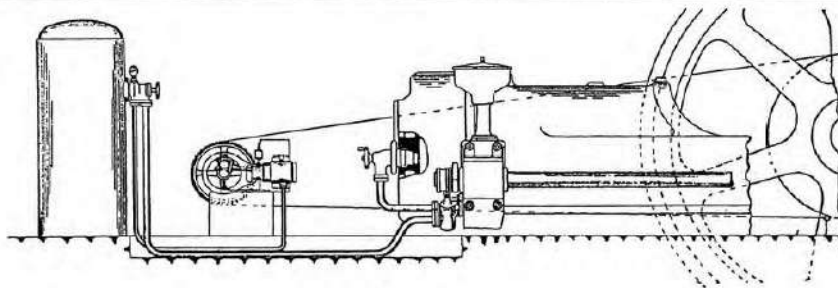


Fig. 7.

Starting apparatus of automatic type, receiver charged by belt driven air compressor. Sizes O & OE 120 to 123.

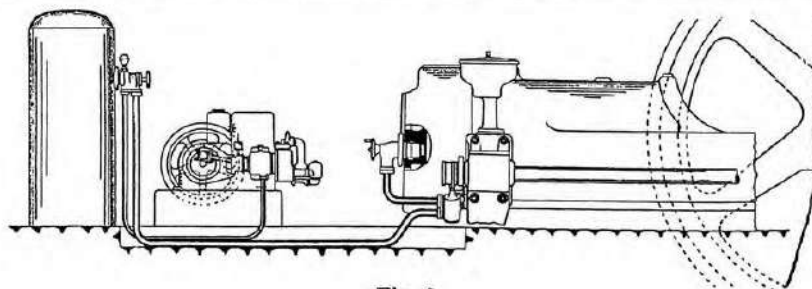


Fig. 8.

Starting apparatus of automatic type, receiver charged by independent combined engine and air compressor. Sizes O & OE 126 & 128 and O & OE 220 to 228.

DESCRIPTION OF PARTS.

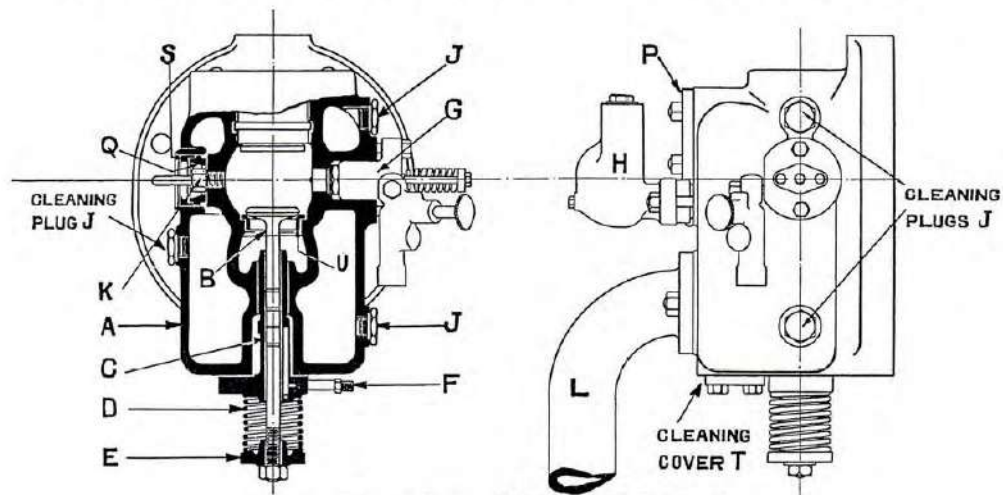


Fig. 9. BREECH END. Sizes O & OE 115 to 117.

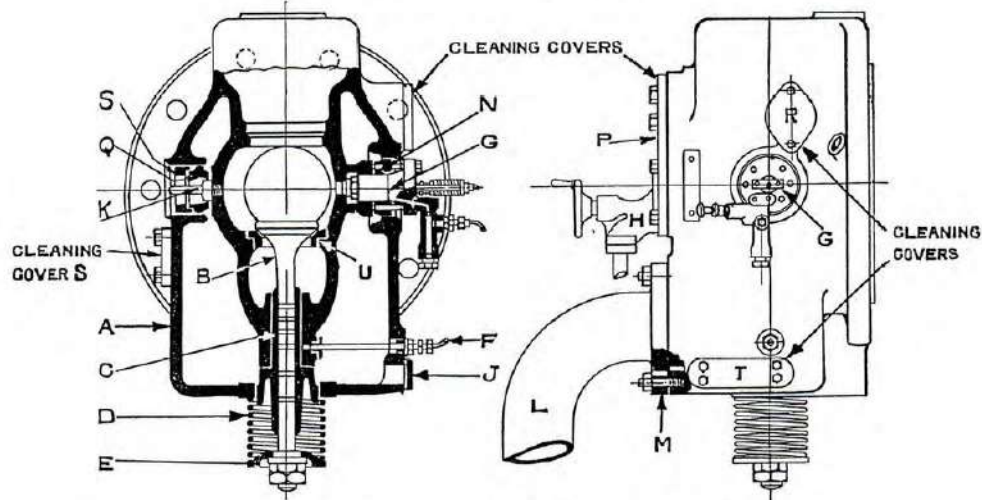


Fig. 10. BREECH END. Sizes O & OE 120 to 128.

A—Breech End.
 B—Exhaust Valve.
 C— " " Guide.
 D— " " Spring.
 E— " " Plate.
 F— " " Oil Pipe.
 G—Sprayer and Strainer.
 H—Starter Valve.
 J—Cleaning Covers and Plugs.
 K—Ignition Tubes (Not used on O & OE 126 and 128).

L—Exhaust Bend.
 M—Exhaust Bend Flange (Sizes O & OE 122 to 128).
 N—Sprayer Expansion Joint Flange (Sizes O & OE 122 to 128).
 P—Breach End Cover.
 Q—Ignitor Expansion Joint Flange.
 R—Cleaning Door at Side.
 S—Gland for Expansion Joint Flange.
 T—Cleaning Door at Bottom.
 U—Exhaust Valve Seating.

BREECH END AND COMBUSTION CHAMBER.—The breech end casting, the inner portion of which forms the combustion chamber of the engine, is one of the most important parts of the engine. As shown in Figs. 9 and 10, the admission valve, exhaust valve, and starter valve are fitted in it. The whole efficiency of the engine depends largely on its cleanliness, both in the combustion chamber and the surrounding water jackets. Inspection covers or plugs are provided on both sides and at the back for the inspection and removal of any sediment from the water spaces. It is most important that this should be done at regular periods.—See notes on pages 39, 40 and 51. A compression plate is sometimes screwed inside the combustion chamber on the ignition tube side, of engines of the O & OE 115 to 123 types. This is for use with fuels having unusually high ignition temperatures.

AIR SILENCER.—The air silencer, which is mounted on the admission valve block, consists of a central perforated body surrounded by cocoa-nut matting and enclosed in a sheet iron cover.—See Fig. 50, on page 53.

CRANKSHAFT, MAIN BEARINGS, AND FLYWHEELS.

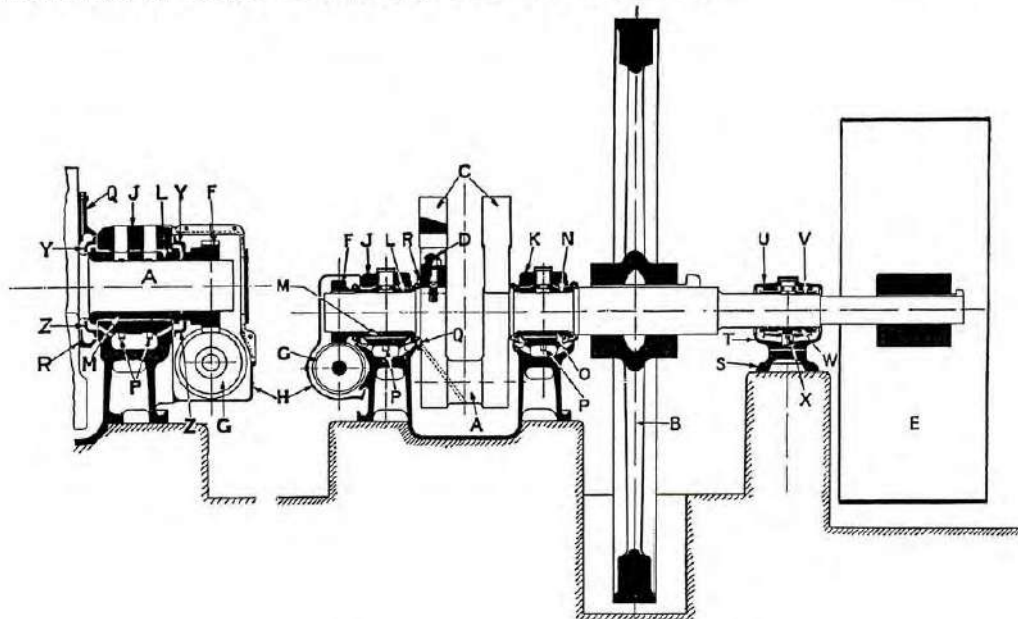


Fig. 11. CRANKSHAFT AND MAIN BEARINGS—ALL SIZES.

A—Crankshaft.
B—Flywheel.
C—Balance Weights.
D— " " Stud.
E—Pulley
F—Crank Worm Wheel.
G—Sideshaft Wheel.
H—Wheel Guard.
J—Main Bearing Cap Sideshaft Side.

K—Main Bearing Cap Flywheel Side.
L—Main Bearing Top half, SS. Side.
M— " " Bottom " FW. Side.
N— " " Top " FW. Side.
O— " " Bottom " " "
P— " " Oiling Rings.
Q—Centrifugal Lubricator—Top Half.
R— " " Bottom Half.
S—Outend Bearing Sole Plate.

T—Outend Bearing Pedestal.
U— " " Cap.
V— " " Top half.
W— " " Bottom.
X—Oiling Ring for Outend Bearing.
* Y—Top half Oil Catcher Ring.
* Z—Bottom half " "

* Only supplied with sizes O 126 and O 128. See left-hand view above.

The above diagram illustrates the arrangement of the various parts and the lubrication of the principal bearings. It is most important that the alignment of these bearings is correctly made, when the engine is erected and maintained after the engine has been installed and run. See notes on 'Erection,' page 6 and 'Maintenance,' pages 42 and 49.

FLYWHEEL IN HALVES, FIG. 12.

A—Half Wheel.
B—Bolts and Nuts.
C—Dowels.
D—Cotters.
E—Split Pins

For size O & OE 128 and for all Double Cylinder Engines the flywheel is made in halves. These halves A are secured together by bolts and nuts B passing through the boss, and by dowels C and cotters D recessed in the rim. The split pins E must always be in place before attempting to start the engine.

See also "Erection" notes, page 6, and "Maintenance" notes, page 47 and "Dismantling" notes, page 53

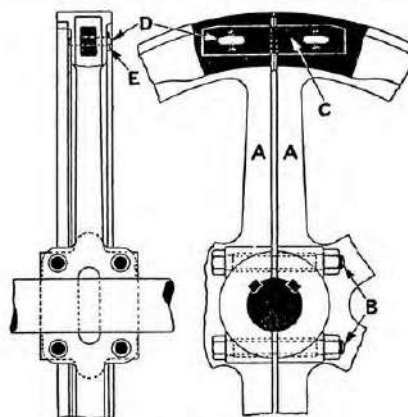


Fig. 12. FLYWHEEL IN HALVES.
Size O & OE 128 and all Double Cylinder Engines.

PISTON.

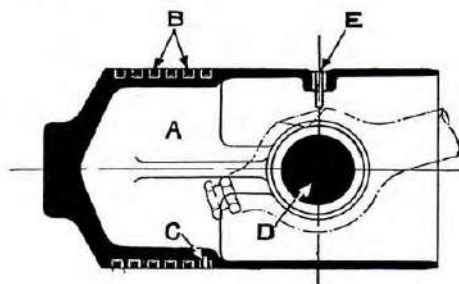


Fig. 13. PISTON. For Sizes O & OE 115 to 117.

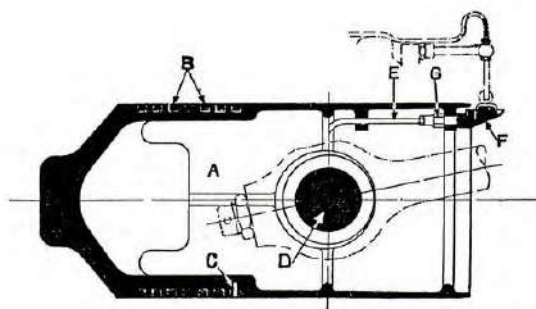


Fig. 14. PISTON. For Sizes O & OE 120 to 128.

Figs. 13 and 14 show the piston and the methods of lubricating the piston pin on different sizes of engines. See important notes *re* cleaning, etc., on pages 41, 51 and 52.

A—Piston Body.
 B— " Rings.
 C— " Stop Pegs.
 D— " Pin.

E—Oil Pipe to Piston Pin.
 F—Oil Wiper Trough. Size O & OE 120 to 128.
 G—Oil Pipe Connection. Size O & OE 120 to 128.

CONNECTING ROD.

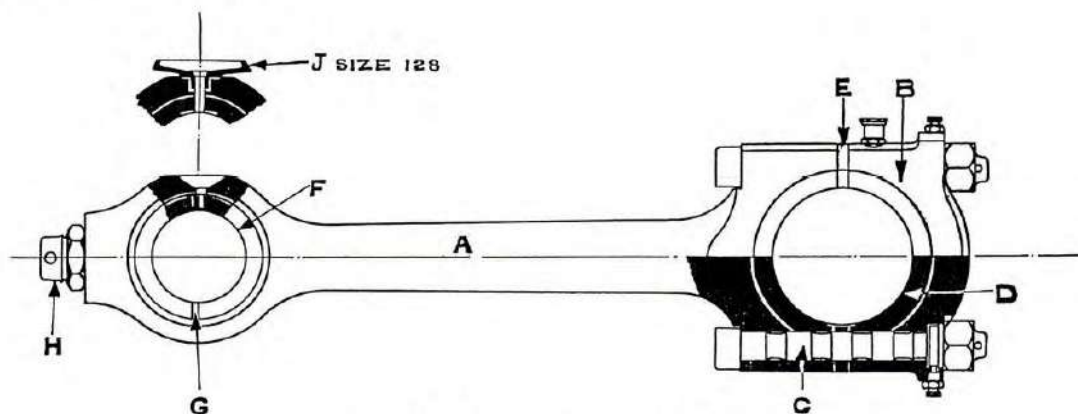


Fig. 15. CONNECTING ROD. All Sizes.

A—Connecting Rod Body.
 B—Large End Cap.
 C—Connecting Rod Bolts.
 D—Large End Bearings.
 E—Large End Liner.

F—Small End Bearings.
 G—Small End Liner.
 H—Small End Adjusting Screw.
 J—Small End Oil Trough.

This is fitted with adjustable bearings which are set at our works to the correct running clearances. For their care and maintenance see other notes on pages 42 and 51.

IMPORTANT.—Particular attention is called to the notes we give on page 42 respecting the examination and periodical replacement of the connecting rod bolts.

SIDESHAFTS AND CAMS.

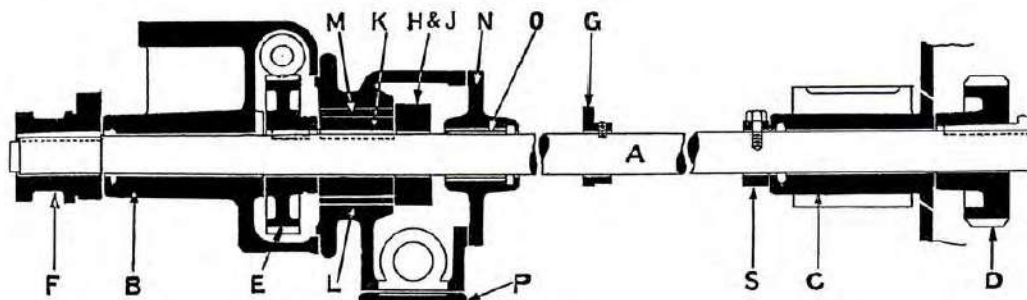


Fig. 16. SIDESHAFT AND CAMS. Sizes O or OE 115 to 126.

- A—Sideshaft.
- B—Sideshaft Bracket Cylinder End.
- B1—Bush for ditto. ditto. (not shewn).
- C—Sideshaft Bracket Crank End.
- C1—Bush for ditto. ditto. (not shewn).
- D—Sideshaft Wheel.
- E—Governor Wheel.
- F—Combined Cam.
- G—Lubricating Cam.
- H—Oil Pump Cam Disc.

- J—Toe Piece (See detail on page 54).
- K—Oil Pump Cam Boss.
- L—Oil Pump Bracket.
- M—Ditto ditto Bush.
- N—Extra Bearing.
- O—Extra Bearing Bush.
- P—Oil Pump Guide Door.
- R—Oiling Rings (on Sizes O & OE 126).
- S—Collar for Sideshaft.

NOTE.—The extra bearing **N** and bush **O** are not necessary on Sizes O & OE 115 to 117, a plain cover without bearing taking their place.

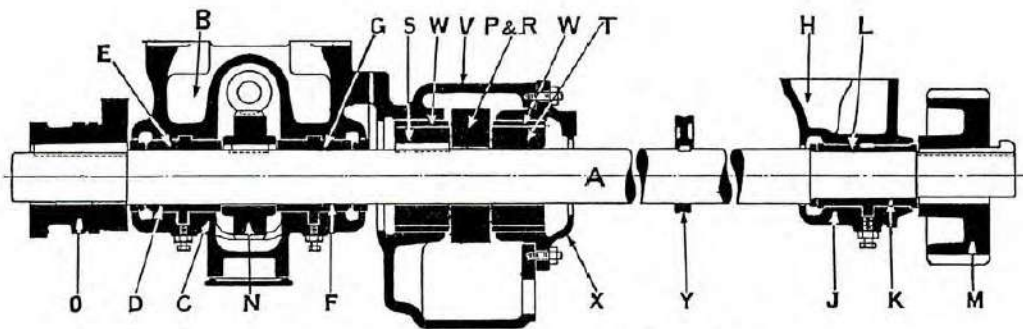


Fig. 17. SIDESHAFT AND CAMS. Size O & OE 128.

- A—Sideshaft.
- B—Sideshaft Bracket Cylinder End.
- C—Cap for Bracket Cylinder End.
- D—Left-hand Bearing with Pap.
- E—Left-hand Bearing without Pap.
- F—Right-hand Bearing without Pap.
- G—Right-hand Bearing without Pap.
- H—Sideshaft Bracket Crank End.
- J—Cap for Bracket Crank End.
- K—Bearing with Pap.
- L—Bearing without Pap.

- M—Sideshaft Wheel.
- N—Governor Wheel.
- O—Combined Cam.
- P—Oil Pump Cam Disc.
- R—Toe Piece for ditto. (See detail on page 54).
- S—Oil Pump Cam Driving Boss.
- T—Oil Pump Cam Bearing Boss.
- V—Oil Pump Bracket.
- W—Oil Pump Bracket Bushes.
- X—Extra Bearing for Oil Pump.
- Y—Lubricator Cam.

The cams and gear wheels for actuating the valve gears, fuel pump, lubricator and governor gear are mounted on sideshaft which is driven through spiral gearing from the crankshaft. It is supported at both ends by two rigid bearing both of which are attached to the side of the bedframe. Constant lubrication of these bearings was previously obtained on sizes O & OE 115, 117, 120, and 126, by means of oiling rings running in oil wells, and on sizes O & OE 122, 1 and 128, by the gear wheels acting as oiling rings, collecting the oil and distributing it over the bearings. The lat system has now been adopted on all sizes except O & OE 126; for Part Nos. and Engine Nos. where the alteration commenced see List of Parts on page 65.

OIL PUMP.

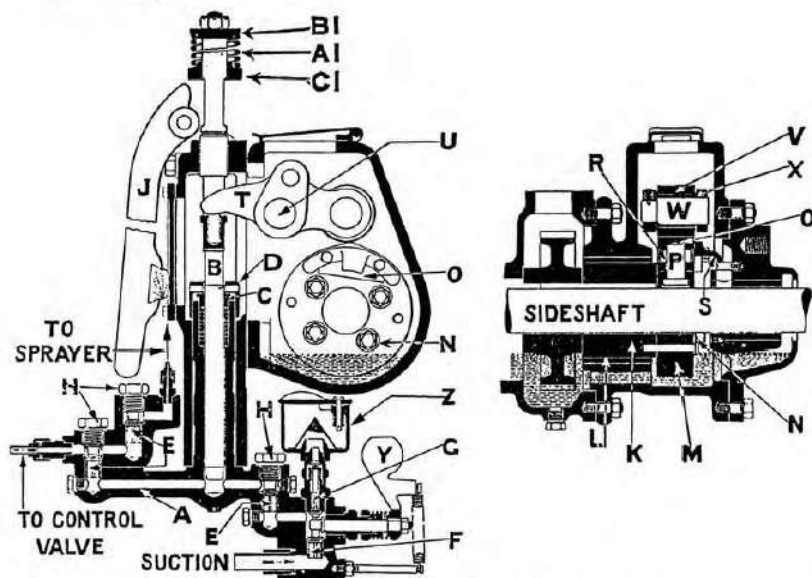


Fig. 18. OIL PUMP. Sizes O & OE 115 to 126.

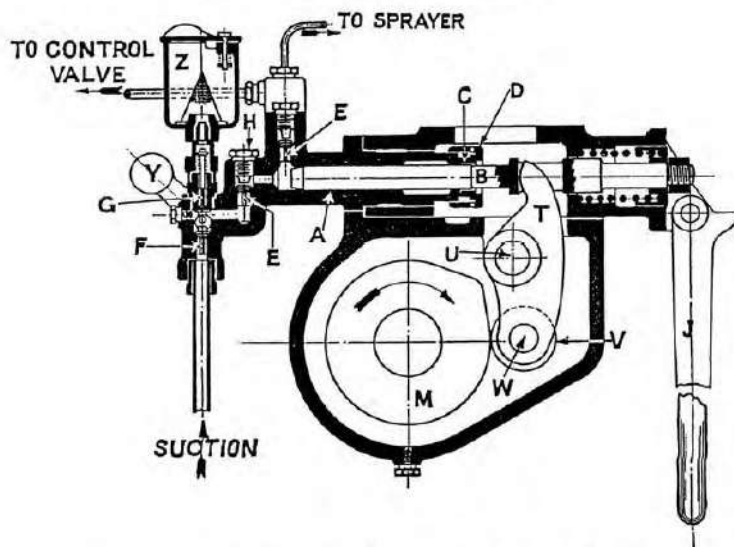


Fig. 19. OIL PUMP. Sizes O & OE 128.

- A—Oil pump body.
- B—Pump plunger.
- C—Pump gland.
- D—Pump gland nut.
- E—Suction and delivery valves.
- F—Primary suction valve (for Crude Oil).
- G—Primary suction valve (for Refined Oil).
- H—Plugs over valves.
- J—Priming handle.
- K—Pump cam boss.
- L—Cam bearing.
- M—Cam disc.
- N—Cam disc studs and nuts.
- O—Cam toe piece.
- P—Dowel for toe piece.
- R—Cotter for toe piece.
- S—Oil catcher and keep plate for R.
- T—Oil pump lever.
- U— " " fulcrum pin.
- V— " " roller.
- W— " " pin.
- X— " " bush.
- Y—Change over valve handle.
- Z—Paraffin Cup (see page 18).
- A1—Spring for oil pump.
- B1—Collar for spring.
- C1—Bridge for spring.

FUEL OIL PUMP AND CAM.—The oil pump, as illustrated above, is operated by means of a lever **T**, which in turn is worked by the cam on the sideshaft. The pump cam consists of three principal parts, (1) a boss **K** which is keyed to the sideshaft; (2) a disc **M** secured to the boss by studs and dowels; and (3) a toe piece **O** of specially hard steel secured to the disc by the dowel **P** and cotter **R**. The periphery of the cam is submerged in an oil bath.

On later engines a relief valve is fitted in the oil pump body under the lower suction valve **F**. By unscrewing this it can be readily ascertained that the fuel oil is flowing freely from the heater to the pump.

The fuel oil is forced through the sprayer, Fig. 20, into the combustion chamber in the form of fine spray by the action of the oil pump. The oil pump is one of the most important parts of the engine, in fact, the successful working of the engine depends almost entirely upon the pump, the sprayer, and the control valve. See diagram of the complete fuel oil system shown on Fig. 61, inside back cover.

18 DESCRIPTION OF PARTS.

CROSSLEY OIL ENGINES.

For sizes O & OE 115 to 126, Fig. 18, the pump plunger **B** is vertical. For sizes O & OE 128, Fig. 19, the plunger **B** is horizontal.

The paraffin cup **Z**, for refined oil, is fitted to all engines for starting purposes, *except in some of the larger engines, and in special cases such as when a very viscous fuel oil is used, when a separate refined oil tank is coupled up to the top of the oil heater by means of a pipe, thus enabling the engine to run longer on refined oil so as to thoroughly liquify the viscous oil in the oil heater* (See note on page 30 as to pouring a supply of refined oil into the tundish for a similar purpose). The hand-operated lever **Y** is used for changing over from one fuel to another while running. The end of the spindle between the heads of the valves **F** and **G** is eccentric, and presses either one or the other of these valves to their seat, according to which oil is required to be used.

When starting, the engine is usually cold and also runs slowly for the first few revolutions, and in consequence the oil is pumped slowly. On this account, refined oil is used as it will atomise more readily at slow speeds and when cold, than the thicker crude oils. The refined oil is drawn into the pump through the valve **G** and then delivered to the sprayer. After starting and as soon as the speed of the engine increases, the crude oil is admitted by pushing over the lever **Y** so as to close the valve **G** and allow the crude oil to enter through the valve **F**. See further notes under "starting."—Pages 30, 32, and 33. Care should be taken that the pump is kept in good condition.—See "Maintenance" notes, pages 43 and 51.

OIL SPRAYER AND STRAINER.

- A—Sprayer body.
- B— " nozzle.
- C— " cap.
- D— " valve.
- E— " gland ring.
- F— " nut.
- G—Spring.
- H— " collar.
- J— " bar.
- K— " bar.
- L— " stop.
- M— " bar studs.
- N—Relief valve.
- O—Strainer body.
- P— " plug.
- Q— " end plug.
- R—Wire gauze strainer.
- S—Plug for inlet pipe.
- T—Gland nut for relief valve.
- U—Space showing lift of valve.
- X—Distance pieces for spring bar studs (Length must not be altered).

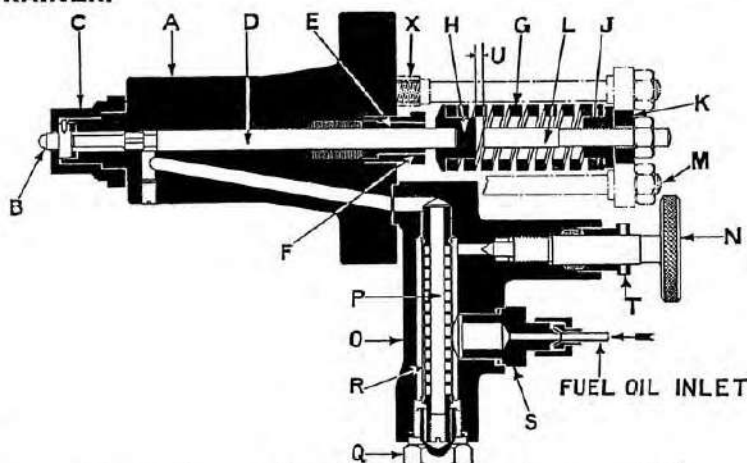


Fig. 20. ORIGINAL TYPE OIL SPRAYER AND STRAINER. All Sizes.

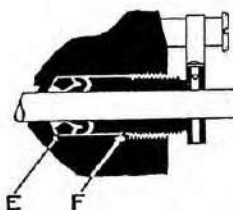
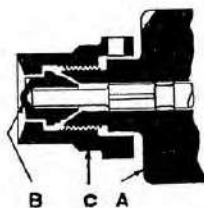


Fig. 20A. IMPROVED TYPE SPRAYER NOZZLE (See also Fig. 43A). Fig. 20B. IMPROVED TYPE SPRAYER SPINDLE GLAND.

The oil from the fuel pump is delivered to the oil strainer shown above, and thence to the sprayer nozzle. The strainer body **O** is fitted with a relief valve **N** which, when opened, allows all the oil being delivered from the fuel pump to pass to the overflow tundish, Fig. 26, page 21, thus stopping the engine. The strainer plug **P** is enclosed by fine wire gauze **R** to remove any foreign matter, and through which all the oil from the fuel pump must pass before entering the sprayer block. The oil sprayer consists of a block **A** on the end of which a nozzle **B** is attached by means of the nozzle cap **C**. Formerly the joint between the nozzle and block was made with a copper washer, several spare washers being included in the spares outfit. In the latest sprayers, the joint between the nozzle and the sprayer body is made in the form of a coned seating, as shown in Fig. 20A, the coned surfaces being ground together. A seating is formed in the nozzle for the valve **D**. The valve spindle passes through a packed gland, and its lift is limited by the stop **L**. In earlier engines a soft cord packing was used. In the latest engines, a special cup packing ring is used, as illustrated in Fig. 20B. See also notes on page 44. The valve is closed by the compression spring **G** and opened by the pressure of the oil from the fuel pump. As soon as the valve **D** is opened, oil in the form of a fine spray is injected into the combustion chamber until the control valve, Figs. 22 and 23 (see page 19) opens, when the spraying immediately ceases. **IMPORTANT.**—The oil sprayer is the most important part of the engine, and it is absolutely necessary that it is kept in first class order throughout.—See "Maintenance" notes on pages 44 to 46.

NOTE.—A locking arrangement is provided in some cases to prevent the gland nut **F** slacking back and touching the spring collar **H**, which would prevent the sprayer valve **D** from closing and thus cause irregular working.

GOVERNING AND FUEL CONTROL MECHANISM.

The governing of the engine is effected by means of a centrifugal governor, which varies the time of the opening of a control valve, connected to the fuel pump and the sprayer. A full explanation of this device whereby the quantity of fuel oil injected into the combustion chamber is brought under absolute control, thereby graduating the power of the impulse upon the piston to the speed and the load upon the engine, is given on pages 20 and 21.

GOVERNOR.—The action of the governor is as follows:—

When the speed of the engine increases, the centrifugal force causes the revolving weights **B** to move outwards, thus lifting the sleeve **K** and clip **M**, the motion of which is transmitted through the lever **L** to the gear operating the control valve, as already mentioned above.

DASHPOT.—As the governor is very sensitive, a dashpot **P** is provided to enable the movement of the governor levers to be damped. The spring **T**, on the top of the dashpot, is to prevent the engine pulling up in the event of a momentary overload, as referred to on page 35. When the dashpot and also the springs **H** on the governor weights are removed, the governor weights can be moved by hand.

- A—Governor Box.
- B—Governor Box Cover.
- C—Governor Spindle.
- D—Governor Weight Carrier.
- E—Governor Weight.
- F—Governor Weight Fulcrum Pin.
- G—Governor Weight Adjustment Washers.
- H—Governor Springs.
- J—Governor Springs Pins.
- K—Governor Sleeve.
- L—Governor Lever.
- M—Governor Clip.
- N—Governor Double Lever.
- O—Governor Lever Fulcrum Pin.
- P—Governor Dashpot.
- Q—Governor Dashpot Piston.

- R—Governor Dashpot Plate.
- S—Governor Dashpot Cover.
- T—Governor Dashpot Spring.
- U—Governor Dashpot Rod.
- V—Governor Speed Adjustment Spring.
- W—Governor Tension Rod.
- X—Governor Speed Adjustment Nut.
- Y—Governor Speed Adjustment Pillar.
- A1—Governor Spindle Bush.
- B1—Ball Thrust Washer.
- C1—Oval Plate.
- D1—Starting Prop.
- E1—Pin for Starting Prop.
- F1—Governor Pinion.
- G1—Governor Pinion Locking Nut.
- H1—Spring for Governor Drive.
- J1—Spring Box for Governor Drive.

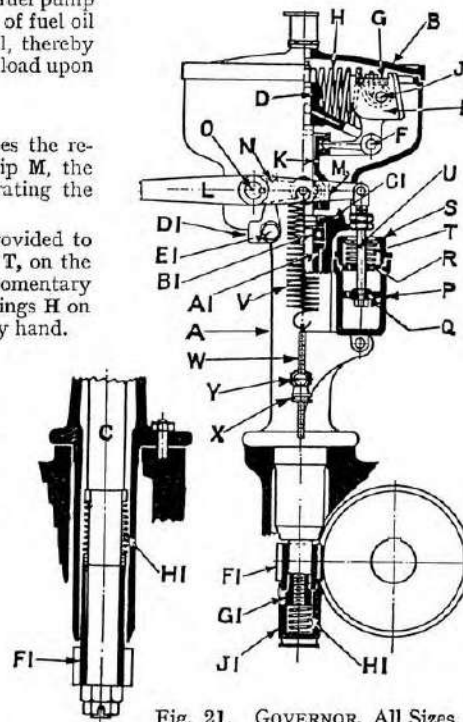


Fig. 21. GOVERNOR. All Sizes.

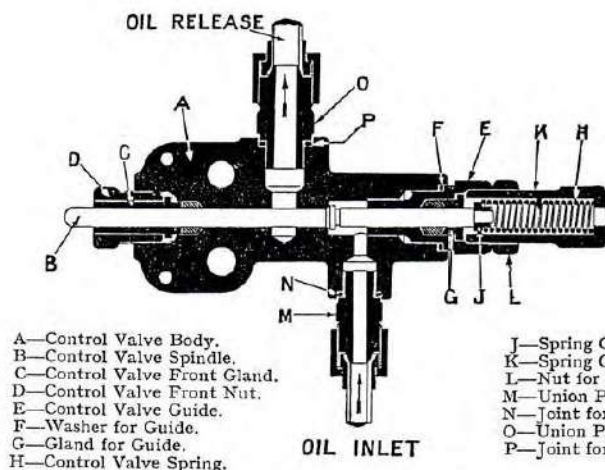


Fig. 22. CONTROL VALVE (Balanced Type).

CONTROL VALVE.—Two types of valve are used, one balanced as shown in Fig. 22, and one unbalanced as shown in Fig. 23. The latter type originally adopted on the smaller engines, is now used on all sizes. See page 69.

The function of this valve is to return a portion of oil back to the oil tank during every delivery stroke of the fuel pump plunger, the quantity of oil thus released, and the time at which the valve releases the oil, being determined by the operation of the governing mechanism. The control valve **B** is balanced, both ends of the spindle being provided with a stuffing box and soft packing. A strong compression spring **H** ensures the prompt closing of the valve. The crude oil is delivered under pressure from the fuel pump to the valve. A very slight opening of the valve places the inlet and outlet chambers of the valve body into communication. The pipe from the outlet chamber being free to the atmosphere, the pressure falls and injection through the sprayer ceases instantaneously. See diagram of complete fuel oil system, Fig. 61, inside back cover.

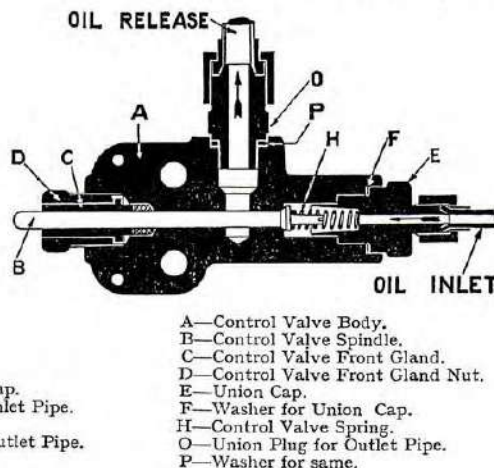
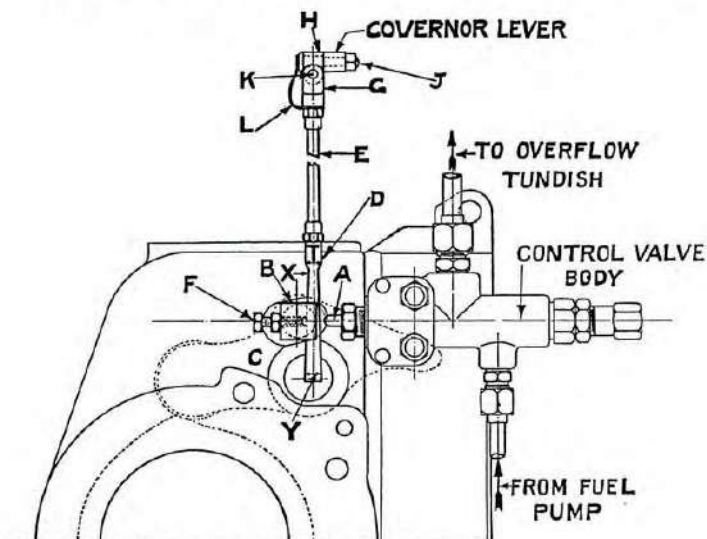


Fig. 23. CONTROL VALVE (Unbalanced Type).

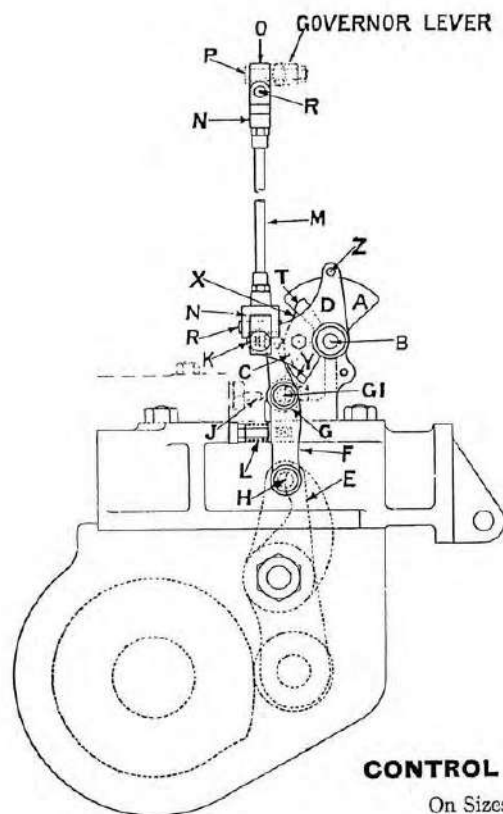
- A—Control Valve Body.
- B—Control Valve Spindle.
- C—Control Valve Front Gland.
- D—Control Valve Front Gland Nut.
- E—Union Cap.
- F—Washer for Union Cap.
- H—Control Valve Spring.
- O—Union Plug for Outlet Pipe.
- P—Washer for same.

CONTROL VALVE OPERATING MECHANISM.



- A—Control Valve Spindle.
- B—Pecker Bolt.
- C—Fuel Pump Lever.
- D—Governor Wedge.
- E—Hanging Rod.
- F—Setscrew in Pecker Bolt.
- G—Jaw in Universal Joint.
- H—Eye for Universal Joint.
- J—Fulcrum Pin for Universal Joint.
- K—Pin for Universal Joint.
- L—Spring for Governor Rod.
- X—Thinnest part of Wedge (over load)
- Y—Thickest part of Wedge (no load).

Fig. 24. Size O & OE 115 to 126.
For explanations of the positions T, X and Y see page 35.



- A—Quadrant Bracket.
- B—Fulcrum Pin.
- C—Quadrant Plate.
- D—Quadrant.
- E—Operating Lever.
- F—Floating Lever.
- G—Floating Lever Roller.
- GI—Floating Lever Pin.
- H—Floating Lever Jaw.
- J—Control Valve Spindle.
- K—Pecker Bolt.
- L—Spring.
- M—Governor Hanging Rod.
- N—Jaw for Universal Joint.
- O—Eye for Universal Joint.
- P—Fulcrum Pin for Universal Joint.
- R—Pins for Universal Joints.

Fig. 25. Size O & OE 128.
For explanation of the positions T, X and Y see pages 21 and 35.

CONTROL VALVE OPERATING MECHANISM.

On Sizes O & OE 115 to 126 the Control Valve spindle A is

CROSSLEY OIL ENGINES.

DESCRIPTION OF PARTS. 21

actuated by the pecker bolt **B** fixed in an extension of the fuel pump lever **C**, as shewn in Fig. 24. The wedge **D**, attached to the governor lever by the governor hanging rod **E**, is interposed between the setscrew **F** in the pecker bolt **B** and the end of the valve spindle **A**. As the load and the speed of the engine varies the governor raises or lowers the governor wedge **D**. This results in the amount and the time of opening of the control valve **A** also being varied to suit the load.

In Sizes O & OE 128, the control valve itself is of the same construction, and works upon the same principle as the one previously described for smaller engines, but the method of controlling the time and amount of release differs somewhat in detail. In this case a quadrant **D**, Fig. 25, is used (instead of a wedge) and is connected to the governor hanging rod. The operating lever **E** is a continuation of the pump lever and operates the floating lever **F**, which in turn moves the control valve spindle **J** by means of the roller **G**. The necessary variation of lift and time of release is effected by varying the position of the quadrant **D** by means of the governor hanging rod. The radius of the face of the quadrant plate **C** is eccentric to the fulcrum, causing it to have a cam-like movement when rotated. The compression spring **L** holds the end of the setscrew **K** against the quadrant face, which thus forms the fulcrum for the lever **F**. The motion transmitted to this lever **F** by the pump lever does not vary, but any radial movement of the quadrant moves the end of the setscrew **K** horizontally, either nearer to or farther from the end of the control valve spindle, thus varying the amount of movement imparted to the roller **G** and to the control valve spindle **J**.

The maximum load position is when the position marked **X** on the quadrant is opposite the control valve, and the no load position is when the point **Y** is opposite the control valve. When working on the intermediate loads the governor moves the quadrant the necessary amount up or down, between these two positions.

OIL HEATER AND STRAINER.

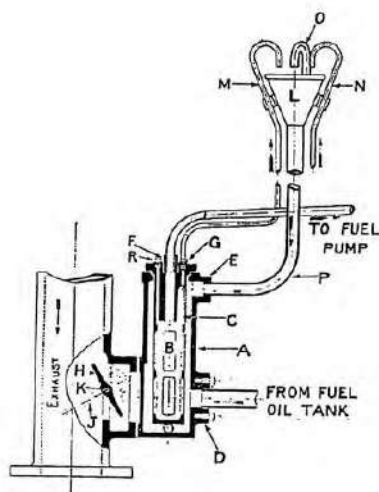


Fig. 26. OIL HEATER AND STRAINER.

When working with heavy, crude or residual oils, it is necessary, in order to obtain sufficiently fine atomisation of the fuel when issuing from the sprayer, to heat the oil before it reaches the oil pump. This heating reduces the viscosity, and makes it sufficiently thin or fluid to spray properly. An oil heater combined with strainer, is therefore fitted to all engines.

The illustration, Fig. 26, shows the heater body **A** attached to the exhaust pipe of the engine. A butterfly valve **H** is used to deflect some of the exhaust gases towards the heater to increase its temperature. The valve **H** is adjusted by an external handle **J**. On some of the larger engines the heater is modified to give a larger heating surface.

In some cases when only paraffin or gas-oil is to be used no oil heater is necessary and none is supplied.

In other cases when very viscous oil is to be used, an additional oil heater is fitted on the exhaust bend, through which the oil is passed after leaving the fuel pump, thus receiving additional heat before it enters the sprayer. (See position of this auxiliary heater indicated on the diagrammatic arrangement Fig. 61.)

- | | |
|------------------------------------|--|
| A—Oil Heater body. | J—Handle for exhaust throttle valve. |
| B—Strainer plug. | K—Spindle " |
| C—Gauze for strainer plug. | L—Overflow tundish. " |
| D—Flange for oil inlet pipe. | M—Air vent pipe. |
| E— " " pipe from overflow tundish. | N—Return pipe from sprayer. |
| F—For outlet pipe to oil pump. | O— " " " control valve. |
| G— " " air vent pipe. | P— " " " overflow tundish. |
| H—Throttle valve in exhaust pipe. | R—Plug for refined oil connection (when fitted). |

OIL STRAINER.—A large oil strainer plug **B** is fitted in the oil heater. All the oil which passes to the oil pump must pass through the wire gauze **C** in the strainer, and so be thoroughly cleaned before passing to the sprayer. A plug **R** is provided which can be removed in order to fit the refined oil connections, on engines using very viscous oil. See also notes on page 18 under Fuel Oil Pump and Cam. Also see diagram of complete fuel oil system given in Fig. 61, inside back cover.

OVERFLOW TUNDISH.—An overflow tundish **L** is provided. This is connected to the oil heater by means of the pipe **P**. Three pipes are led to this tundish, namely:—an air vent pipe **M** which allows any air or water vapour to escape from the heater, a relief pipe **N** from the sprayer (oil only flowing from this pipe when the relief valve on the sprayer is opened), and the return pipe **O** from the control valve. Oil should always be issuing from this pipe when engine is working. All oil overflowing into the tundish returns to the heater.

22 DESCRIPTION OF PARTS.

CROSSLEY OIL ENGINES.

FUEL OIL TANK.

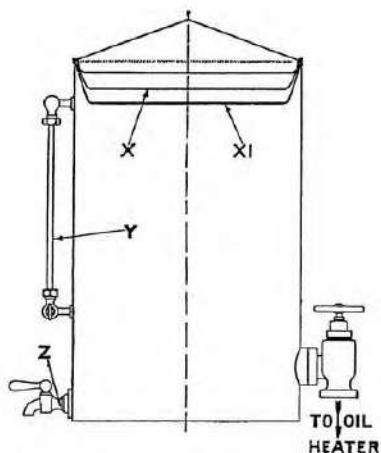


Fig. 27. FUEL OIL TANK. All Sizes.

A large fuel oil tank is provided with strainers **X** and **XI**, to prevent any sediment in the oil getting through to the oil pump and oil sprayer. A gauge glass **Y** is fitted in the side of the oil tank to show the height of the oil. A drain tap **Z** is fitted at the bottom, through which any water which may tend to collect there may be drawn off *daily*. A screw down valve, Fig. 28, is fitted at the lower part of the oil tank, which communicates, by means of a pipe, with the oil heater. See further notes under "Maintenance," pages 47 and 51, and "Warnings," page 40.

In some cases, when only paraffin or gas oil is to be used, a different tank is supplied.

- A—Screw Down Valve Body.
- B—Guide.
- C—Cover.
- D—Handle.
- E—Valve Spindle.
- F—Gland.
- G—Gland Ring.
- H—Joints for Cover & Guide.

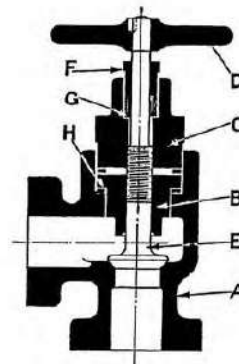
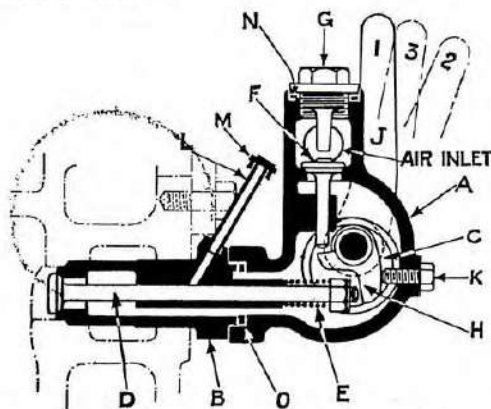


Fig. 28. SCREW DOWN VALVE. All Sizes.

STARTING APPARATUS.

The following parts are for use when starting by means of compressed air, as described on page 31.

STARTER VALVE.



- A—Starter Valve Casing.
- B— " " Body.
- C—Operating Lever Housing.
- D—Starter Valve Spindle.
- E— " " Spring.
- F—Non-return Valve.
- G— " " Cover.
- H—Operating Lever.
- J—Starter Handle.
- K—Setscrew for Operating Lever.
- L—Oil Tube.
- M— " " Cap.
- N—Copper Washer for Non-return Valve Cover.
- O—Copper Washer for Starter Valve Body.

Fig. 29. HAND STARTER VALVE. Sizes O & OE 115 and 117. (Now superseded by the cam controlled starter valve shown in Fig. 29a.)

This valve is hand controlled by means of the hand lever **J**.

The compressed air from the receiver enters the casing above the valve as shown. The valve **F** must be lifted by the lever **H**, before the compressed air can pass through the starter valve **D** into the engine cylinder.

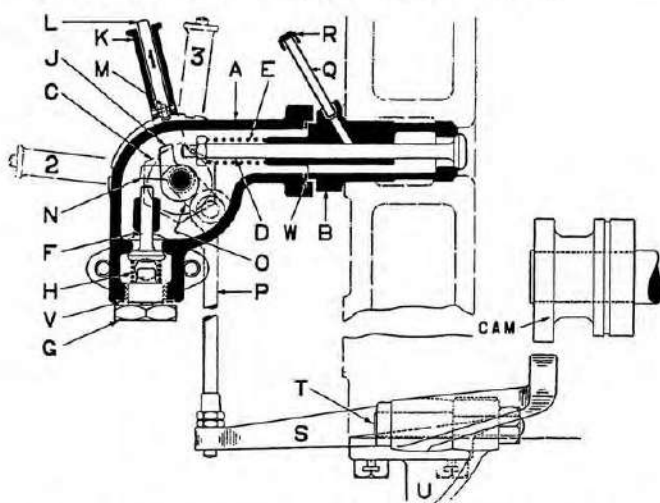
The handle **J** is shown in three positions :—

- 1—Running position when valves **D** and **F** are closed.
- 2—Starting " " " " held open by the lever **H**.
- 3—Charging position when valve **D** is held open and valve **F** free to lift.

CROSSLEY OIL ENGINES.

DESCRIPTION OF PARTS. 23

STARTER VALVE—RE-CHARGING TYPE.



- A—Starter Valve Casing.
- B— " " Body.
- C—Operating Lever Housing.
- D—Starter Valve Spindle.
- E— " " Spring.
- F—Non-Return Valve.
- G— " " " Cover.
- H— " " " Spring.
- J—Operating Lever (Starter Valve).
- K—Starter Valve Handle.
- I— " " " Thumb-Piece.
- M—Pawl for Handle.
- N—Non-Return Valve Operating Lever.
- O—Outside Operating Lever.
- P—Starter Valve Push Rod.
- Q—Lubricating Oil Tube.
- R—Cap for Ditto.
- S—Starter Valve Lever.
- T—Fulcrum Pin for Ditto.
- U—Starter Lever Bracket.
- V—Copper Washer for Non-Return Valve Cover.
- W—Copper Washer for Starter Valve Body.

Fig. 29A. CAM CONTROLLED STARTER VALVE. Sizes O & OE 115 to 217.

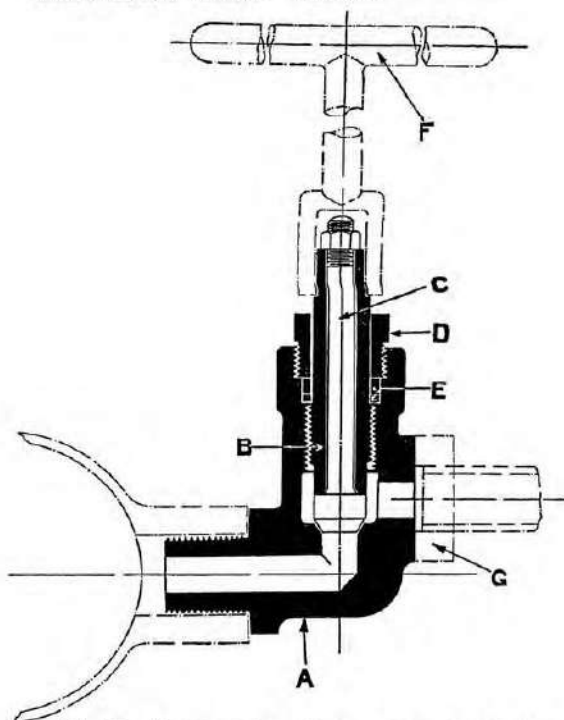
This valve is similar in many respects to the hand controlled starter valve illustrated in Fig. 29, except that it is operated by the admission valve cam on the camshaft.

The compressed air from the receiver enters the casing below the valve F which must be pressed open, from its seat by the action of the levers S, O and N, before the compressed air can pass through the starter valve D into the engine cylinder.

The handle K can be moved into three positions, viz. :—

1. Running position when valves D and F are closed.
2. Starting position when valve F can be opened by the cam operated levers.
3. Charging position when valve D is held open, and valve F is free to lift, to permit the compressed air in the cylinder to pass into the air receiver.

RECEIVER STOP VALVE.



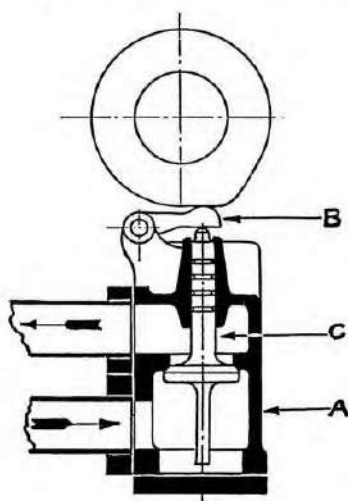
- A—Stop valve Body.
- B—Plug.
- C—Spindle.
- D—Gland Nut
- E—Distance Piece.
- F—Tee Handle.
- G—Outlet Flange.

This valve is of the screw down type and is provided with a stuffing gland D and soft packing to prevent any leakage of air when open.

The valve C is opened and closed by the screwed valve plug B, the Tee handle F being used for the purpose.

Fig. 30. RECEIVER STOP VALVE. Sizes O & OE 115 to 117.

CAM CONTROLLED STARTER VALVE.

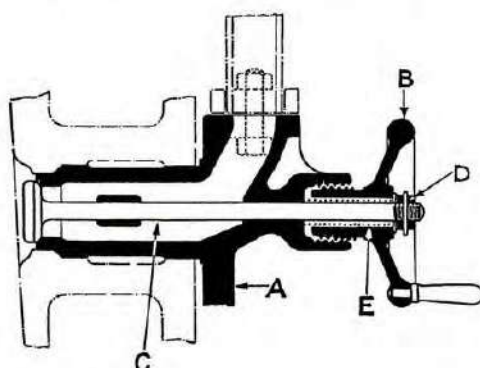


- A—Cam Controlled Starter Valve Body.
- B—Lever.
- C—Spindle.

This valve is secured to the sideshaft immediately under the cams. Its function is to control the admission of compressed air to the automatic starting valve at the back of the breech end. The cam on the sideshaft operates the lever **B** which in turn operates the valve **C**. When not in use the valve falls off its seat away from the cam. As soon as compressed air is turned on the air pushes the valve upwards to its seat until the cam comes round, pushes the valve off its seat and admits the compressed air to the engine cylinder.

Fig. 31. CAM CONTROLLED STARTER VALVE.
Size O & OE 120 to 128.

AUTOMATIC COMPRESSED AIR STARTER VALVE.



- A—Starter Valve Block.
- B—Operating Handle.
- C—Spindle.
- D—Collar.
- E—Spring.

The valve **C** is automatically opened by the incoming compressed air from the controller valve shown in Fig. 31. The compression spring **E** returns the valve to its seat on the supply of air being cut off. By turning the regulating wheel **B** in a clock-wise direction the valve is free to open to admit compressed air to the cylinder. When turned anti clock-wise it is screwed firmly on to its seat thus preventing any further compressed air entering.

Fig. 32. AUTOMATIC COMPRESSED AIR STARTER VALVE.
Size O & OE 120 to 128.

RECEIVER STOP VALVE.

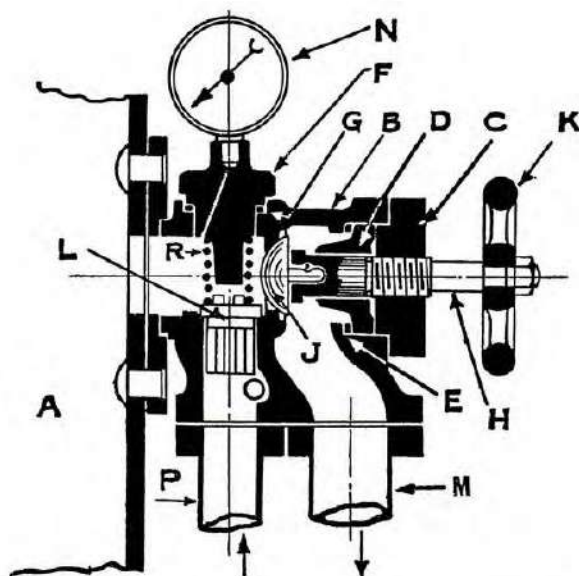


Fig. 33. RECEIVER STOP VALVE. Size O & OE 120 to 128.

- A—Air Receiver.
- B—Valve Body.
- C—Valve Cover.
- D—Valve Guide.
- E—Joint for Guide.
- F—Plug.
- G—Joint for Plug.
- H—Valve Spindle.
- J—Valve Spindle Loose Head.
- K—Hand Wheel.
- L—Non-return Valve.
- M—Pipe to Engine.
- N—Pressure Gauge.
- O—Relief Valve (not shown).
- P—Pipe from Air Compressor.
- R—Spring on Non-Return Valve L.

The pressure in the air receiver is retained by means of the stop valve shown in Fig. 33. A stop valve is also sometimes put on the pipe P in which case the safety valve is located between the stop valve and the compressor.

The stop valve J is closed while the receiver is being charged, by means of the handwheel K.

When the engine is ready for starting the stop valve is opened, the compressed air then passing through the pipe M to the controller valve on the engine.

HEATING LAMP. For use, only when no compressed air is available.

- A—Cover on Reservoir.
- B—Cup for Petrol or light spirit.
- C—Relief Valve.
- D—Air Pump.
- E—Burner Nipple.
- F— „ Cover.

This lamp used for heating the ignition tube in the side of the breech end previous to starting the engine, is of the well known pressure type. It need only be used when no compressed air is available.

The working principle of the lamp is as follows :—The kerosene or paraffin oil is forced through the previously heated burner tubes, becomes gasified during its circulation and issues through the small brass nipple E, after which it mixes with air, burning with a blue, atmospheric flame.

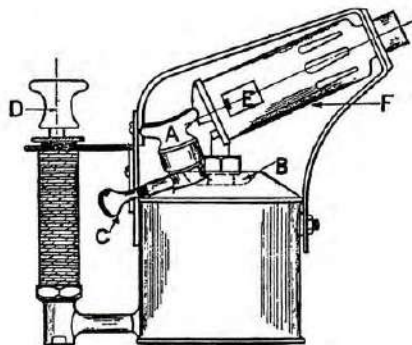


Fig. 34. HEATING LAMP.
Supplied with all sizes except O & OE 126 and 128.

BARRING GEAR AND HAND TURNING GEAR.

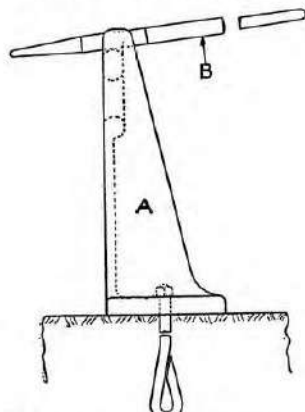


Fig. 35. Sizes O & OE 120 to 123.

- A—Bracket.
- B—Pinion.
- C—Handwheel.
- D—Shaft.
- E—Safety Pawl.

For sizes O & OE 126 to 128 and O & OE 226, a hand turning gear, Fig. 36, is provided, having one pinion B, which can be placed in gear with teeth in the flywheel rim. See illustration, Fig. 4. A safety pawl E is fitted to ensure that when the pinion is disengaged it can be safely locked out of gear. It is most important that this pawl is placed back in position before starting. See further notes under "Warnings," on page 38.

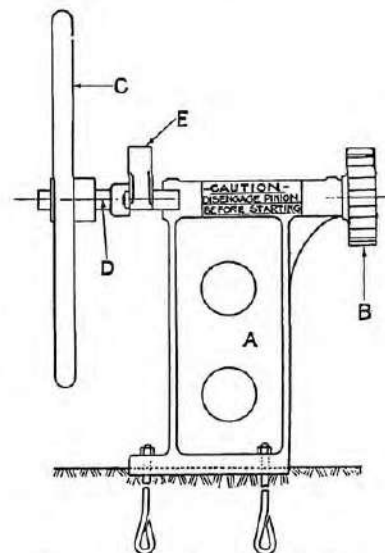


Fig. 36. Sizes O & OE 126 to 128.

- A—Crab Frame.
- B—Sliding Pinion.
- C—Handwheel.
- D—Shaft.
- E—Hand Lever.
- F—Pinion for Hand Wheel.
- G—Gear Wheel.
- H—Stop Pin for Hand Lever L.

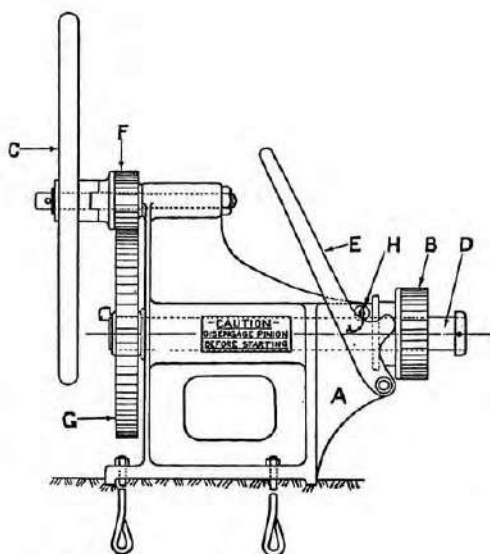


Fig. 37. Sizes O & OE 228.

For sizes O & OE 228 a similar gear is fitted but provided with reduction gearing F and G, Fig. 37. A hand lever E slides the pinion B in and out of gear. The safety stop pin H prevents the pinion re-engaging whilst the engine is running, and it is most important that this stop is placed back in position before starting. See further Notes under "Warnings," on page 38.

LUBRICATION.

All Engines have forced lubrication to the cylinder and to the exhaust valve. On Sizes O & OE 123 to 128 forced lubrication is also provided for the piston pin and crank pin bearings. In all cases the forced feed lubricator is driven from the camshaft.

A full description and illustrations of the lubricators is given below, together with means provided for supplying the various parts of the engine with lubricating oil.

Particular attention must be paid to the instruction and hints given on pages 29, 34, 38, 39, 46 and 47.

DOUBLE PLUNGER LUBRICATOR.

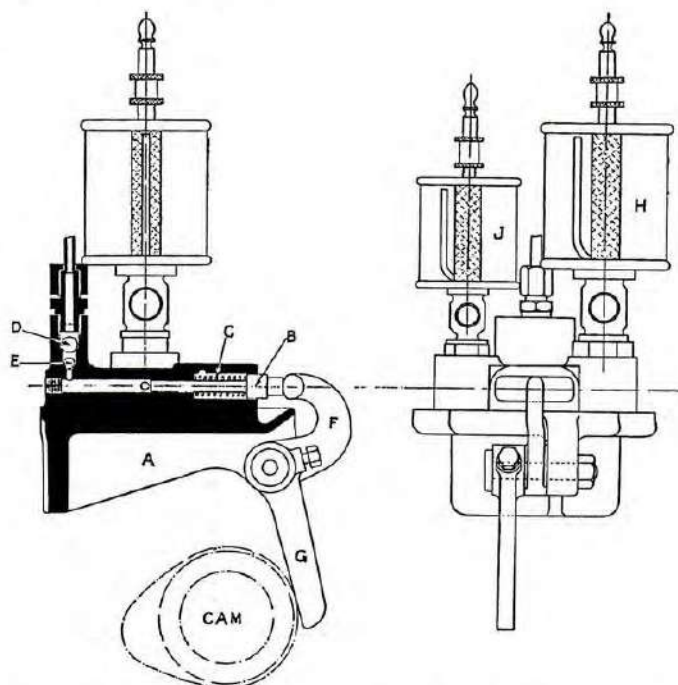


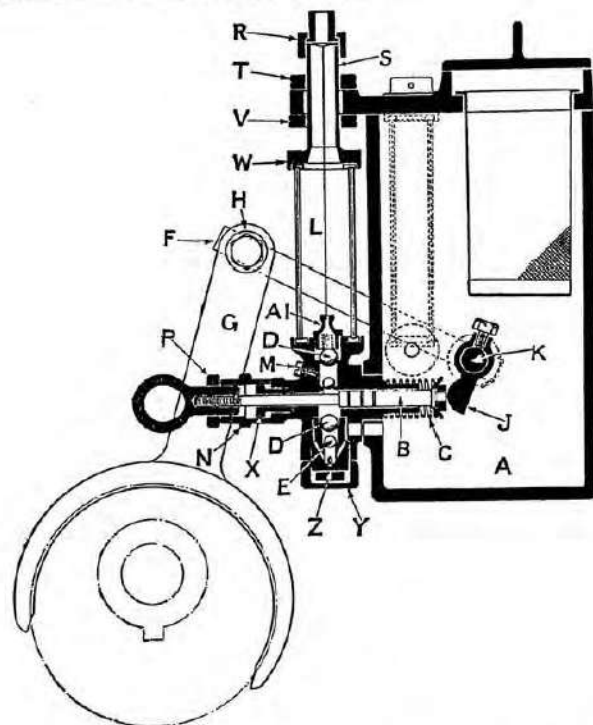
Fig. 38. DOUBLE PLUNGER LUBRICATOR. Sizes O & OE 115 to 122.

- A—Lubricator Pump Body.
- B—Plungers.
- C—Plunger Spring.
- D—Ball Valve (Upper).
- E—Ball Valve (Lower).
- F—Crank Lever.
- G—Lever on Cam.
- H—Large Sight Feed Lubricator.
- J—Small " " "

This pump is very simple in construction. It supplies lubricating oil to the cylinder and exhaust valve. Ordinary care on the part of the attendant should suffice to keep it in good working order. The oil flows by gravity to the plunger barrel from the sight feed lubricators **H** and **J** on the top of the pump body **A** (the larger one being for the cylinder and the smaller one for the exhaust valve). For quality and quantity of oils to be used see page 34. The oil is forced through the delivery ball valves **D** and **E** by the displacement of the plunger **B** due to the movement of the crank lever **F** attached to the lever **G** operated by the cam. The compression spring **C** forces the plunger **B** outwards after each delivery stroke.

The adjustment of the feed is obtained by means of the milled units on the sight feed lubricators.

CENTRAL MECHANICAL LUBRICATOR.



- A—Container.
- B—Plunger.
- C—Plunger Spring.
- D—Ball Valve, Large.
- E—Ball Valve, Small.
- F—Driving Rod.
- G—Operating Rod.
- H—Connecting Rod Pin.
- J—Internal Tappet Lever.
- K— " " " Layshaft.
- L—Sight Feed Glasses containing salt water.
- M—Vent Screw.
- N—Adjusting Sleeve.
- P—Lock Nut for Adjusting Sleeve.
- R—Union Nuts for Oil Pipes.
- S—Shank Connections to Feed Glasses.
- T—Lock Nut for Shank S.
- V— " " " S.
- W—Joint Washers for Glasses.
- X—Gland Ring for Plunger.
- Y—Cap for Suction Valve Cage.
- Z—Cage for Suction Valves.
- A1—Delivery Nozzle.

Fig. 39. CENTRAL MECHANICAL LUBRICATOR.
 Sizes O & OE 123 to 126 - 4 Feed. Size O & OE 128 - 5 Feed.

This lubricator supplies lubricating oils to the cylinder, exhaust valve, piston pin, and crank pin bearing. A series of pumps, one for each feed, is attached to the oil container A which is divided into two reservoirs for two different qualities of oil.

Each pump plunger B is operated by a separate tappet lever J fixed to a layshaft K inside the container. This layshaft is actuated by the driving rod F and the operating rod G from the eccentric. The oil passes up through the sight feed glasses L in the form of drops. For method of filling these glasses with a saturated solution of salt, and for adjustment of feed, etc., see "Lubrication" on pages 29 and 34.

CONNECTING ROD AND PISTON PIN BEARINGS.—On sizes O & OE 115 to 122, adjustable sight feed lubricators are provided for the piston pin and the crank pin. On sizes O & OE 123 to 128 an adjustable supply of oil is pumped to these parts by means of the central lubricator.

The oil for the piston pin (except in sizes O & OE 115 to 117) runs down to a loose washer hanging in front of the cylinder—See Fig. 14, page 15. The bottom of the disc should be allowed to just *not* touch the projection in the centre of the oil boat on the front of the piston (the clearance recommended being .002 to .005 inches), each time the piston reaches the end of its outstroke. The drop of oil forming on the underside of the washer is thus continuously transferred to the oil boat in the piston, whence it passes down a tube in the piston, and drips into a recess on the top of the small end of the connecting rod, and thence down to the piston pin.

The oil to the crank pin is led to an oil ring on the crankshaft, see Fig. 11, from whence it flows by centrifugal force through an oil hole drilled through the crank web to the crank pin. Frequent attention should be given the lubrication of this important part of the engine, which must be well supplied with oil.

CRANKSHAFT BEARINGS.—These are lubricated by means of revolving rings, the lower parts of which dip into lubricating oil contained in oil wells. Brass sight gauges are provided to show the level of oil in the wells, which should be clearly visible at the top of the gauge when the engine is at rest.

EXHAUST VALVE.—The spindle of this valve is lubricated with paraffin from the smaller oil cup of the double plunger lubricator on sizes O & OE 115 to 122, and from the central lubricator with lubricating oil on the larger sizes.

GOVERNOR, OIL PUMP CAM, GEAR WHEELS, VALVE GEAR, Etc.—The governor gear-wheels, oil pump cam, and sideshaft gear wheels run in oil baths which must be well filled with oil. The governor is supplied with oil from a wick lubricator on the cover of the governor.—See Fig. 21.

STARTING.

PREPARING TO START.

—Before attempting to start the engine the following points must be attended to :—

STARTING BY HAND.—See page 31.

COMPRESSED AIR RECEIVER, STOP VALVE AND PIPE.—When first charging up the receiver raise the pressure in the receiver to about 10 lbs. Then disconnect the air pipe at the starter valve on the cylinder, open the stop valve wide and suddenly, and blow the air to waste. This will blow away any scale or dirt in the valves or pipe. On the O & OE 120 to 128 sizes the air pipe from the compressor to the receiver should be disconnected in the same way at the receiver and air blown through the pipe by working the compressor.

STARTING WITH COMPRESSED AIR.—See that the pressure gauge on the compressed air receiver registers a pressure of not less than 150 lbs. for engines having an ignition tube heated by the heating lamp, and not less than 200 lbs. for engines starting from the cold state.

For the first start after erection or in the event of the pressure being lower than given above, it will be necessary to prepare and start the belt driven air compressor or the combined small engine and air compressor, in accordance with the separate instructions supplied. When a belt-driven compressor is used and driven by the engine the first charging of the receiver must be done by working the compressor by hand. To do this the loose handle provided must be screwed into the hole provided in the rim of the driving pulley. The receiver should then be charged up to not less than 50 lbs. per sq. inch gauge pressure.

HEATING LAMP.—This is only used with engines not provided with compressed air starters or with engines which have to be started for the first time before the compressed air is available. Use nothing but ordinary paraffin or kerosene oil in the container. See Fig. 34.

Filling: Unscrew cover **A** and fill the reservoir not more than three-fourths full of the paraffin, then screw the cover on air-tight.

Heating: Fill cup **B** with methylated spirit (or a little petrol or paraffin soaked in cotton waste will do, except that it is not so clean). Then light the spirit and open valve **C**. Avoid draughts otherwise the burner will not become heated. The burner of the lamp should be re-heated, in the same manner, each time it is used.

Lighting: When the spirit is almost consumed, close the valve **C**. Give the pump **D** four to six vigorous strokes. The lamp should then begin to burn. Do not pump too soon. Pumping should not be started until the spirit is almost burnt out, otherwise the burner may not be hot enough to vaporise the oil, and liquid oil will issue giving a white flare. If the spirit should burn out before the burner is lit, apply a lighted taper to the burner. Matches and a taper should always be kept available.

To increase the Flame: After the spirit in the cup **B** is entirely burnt, the flame must be increased by pumping.

To decrease the Flame: Open valve **C** and allow some air to escape until flame is sufficiently lowered ; then close the valve again.

To extinguish the Flame: Open valve **C** and leave it open.

To ensure perfect Burning: Clean the nipple **E** with the cleaning needle before lighting, and also at any time if the flame does not increase after pumping or if the flame is streaky. Do not pump too soon when heating, because the burner, unless sufficiently heated, will flare up as described, causing smoke and smell. Should this happen, open the valve **C** at once.

The heating and lighting of the lamp should always be done according to the above instructions, otherwise the lamp will not work satisfactorily.

Before lighting the lamp be sure that it contains sufficient fuel, but *not more than three-quarters full*.

When properly lit and prepared for use, place the lamp upon the stand provided on the breech end with the burner directed so as to project a strong clear flame against the ignition tube in the side of the breech end until the tube appears cherry red in colour, which will indicate a sufficient temperature to ignite the charges.

DOUBLE PLUNGER LUBRICATOR.—Sizes O & OE 115 to 122, described on page 27. When the engine is packed for transit the pipes are in position. Uncouple these, therefore, at the cylinder and exhaust valve ends only. Fill the containers of each lubricator with oil (for quality see pages 34 and 39.) Lift the valve spindles of each lubricator in order to allow a little oil to pass into the barrels of the pump. Then work the pump lever by hand until oil fills the pipes and issues from the pipe ends. To do this the plungers must be in the "out" position. The coupling nut at each end of both pipes must then be connected up, making a thoroughly tight joint.

CENTRAL MECHANICAL LUBRICATOR.—Sizes O & OE 123 to 128, described on page 28. The glass tubes should be filled with a *saturated solution of salt*, that is to say, with water in which a quantity of salt has been well mixed and then allowed to settle for several hours, the water above the deposit being then carefully drawn off and poured into the glass tubes. It will be found that the oil drops will rise through this solution more quickly than through ordinary water, and the glass will remain cleaner inside. The salt also tends to prevent freezing of the water in cold climates. For quality of oil to use, see pages 34 and 39.

Fill each compartment of the container **A** with the proper quality of oil, loosen the coupling nuts on the far end of the delivery pipes, securing the nuts **R** at the pump end only. Open the air vent **M** a couple of turns, and work the pump by hand until the oil flows freely from the air vent, indicating that all air has been expelled from the pump. Then screw up the air vent tightly and continue pumping by hand till oil appears at each coupling, all of which can then be connected up, making thoroughly tight joints. The lubricator will then begin to feed oil as soon as the engine starts.

Main Bearings, Sideshaft, Bracket Bearings, Piston Pin Lubricator (On Sizes O & OE 120 to 122), **Oil Wells for Gear Wheels and Pump Cam, and all Oil Holes in the Valve and Fuel Pump Operating Mechanism.**

See that there is a sufficient quantity of lubricating oil of the right quality (see pages 34 and 39) in all the parts referred to above. The oiling rings should be examined to see they are free to revolve upon the shafts.

COOLING WATER.—See that the cock in the bottom (cold water) pipe from the tanks to the cylinder jackets is open. The water circulating through the jackets is regulated by this cock (See notes on "Working," page 36). The level of the water in the tanks must be *not less* than 2in. above the outlet of the hot water or return pipe from cylinder jacket to water tanks. See also that the ball cock connected to the cold water supply for maintaining the water in the tanks at this level is in good working order. See further notes under "Stopping," on page 37.

FUEL OIL.—Fill the fuel oil tank (see notes on pages 9 and 56 respecting the various qualities of fuel oils), being careful to pour all the oil through the strainers in the top of the tank. Open the cock on the pipe leading to the oil heater. If the engine is to run with a viscous residual oil, open the valve **H**, Fig. 26, to accelerate the heating of the oil heater. Viscous oils must be heated before they will pass through the filters in the fuel tank. A good plan to deal with very viscous oils which do not flow freely is to mix 10 to 25% of paraffin with the fuel.

PARAFFIN STARTING CUP AND FUEL CHANGE-OVER GEAR.—Fill the paraffin cup with paraffin, gas oil, or thin *fluid* crude oil. Place the handle in the starting position by pushing it *hard* over in the direction indicated by the "Refined" arrow on the ball end of this handle, see Figs. 18 and 19. This cup will contain sufficient paraffin to enable the engine to run for a minute or two before changing over to crude oil. Be sure to change over to the main supply well before cup is empty.

PRIMING THE FUEL PUMP.—Open the relief screw **N** on the sprayer, prime the pump by working it by hand, and then fill up the paraffin cup again. On later type engines a relief plug is fitted on the pump suction. Petrol spirit must *not* be used. For medium qualities of residual oil, such as oil of .92 specific gravity, pour a few pints of paraffin into the over-flow tundish, before priming the pump from the paraffin cup. This will tend to thin any cold, thick oil in the oil heater. For heavy residual oils, such as those of about .94 specific gravity, the same procedure as with the medium oils is adopted, but in addition to the paraffin cup, a special refined oil tank is required, the pipe from which must be coupled up to the union at the top of the heater so that refined oil (such as paraffin, gas oil, or even light, fluid, crude or residual oils which flow freely) can be used until the more viscous oil in the oil heater has become sufficiently hot and sufficiently *fluid* to be used. Care should be taken to see that the fuel pump is primed from the main supply pipe, otherwise, if this is not done, the pump may lose its suction when changing over from the paraffin cup to the main fuel supply.

EXHAUST VALVE AND HALF COMPRESSION CAM.—Open the exhaust valve by means of the hand lever, when provided, and put the exhaust roller under the half compression cam.

SETTING POSITION OF CRANK.—Set the crankshaft of the engine at an angle of about 10 degrees above the horizontal and on the Power stroke, that is, when all the valves are closed. *Then close the exhaust valve*, being particularly careful to let the exhaust valve return to its seat slowly. Careless handling may cause fracture of the valve spindle.

BARRING GEAR.—With engines provided with barring gear, *disengage* the pinion of the barring gear from the teeth in the flywheel rim.—See note on barring gear on pages 26 and 38.

GOVERNOR LEVER STARTING POSITION.—Raise the governor lever into its correct starting position by means of the starting prop **D1** shown in Fig. 21.

The governor wedge, Fig. 24, sizes O & OE 115 to 120, will then be suspended between the end of the control valve spindle and the pecker bolt in such a position that most of the oil delivered by the fuel pump will pass through the sprayer, the remainder being released as the pecker bolt on the oil pump lever advances and opens the control valve, thus preventing the starting impulses being too great. Similarly for sizes O & OE 128 by raising the governor lever in a like manner the quadrant of the control valve operating mechanism, Fig. 25, is rotated so that the setscrew in the floating lever attached to the fuel pump lever will remain on the face of the quadrant plate in such a position that the horizontal movement of the roller is small enough to allow most of the oil to be delivered to the sprayer and the remainder to be released as the roller goes forward.

BELT OR CLUTCH.—When preparing an engine for starting the belt must *always* be on the loose pulley, or if a clutch is used, it must be put out of gear.

CONNECTING ROD, LARGE END.—Turn the flywheel round until the crank is at the lowest position where any oil in the centrifugal ring will at once run down to the crank pin. Immediately before starting, prime the large end bearing with oil by filling with oil the small oil cup provided for this purpose; also flush the oil pipe from the lubricator to the centrifugal lubricator **Q**, Fig. 11, to ensure an ample supply of oil to the crank pin immediately the engine is started. It is also very important that there should be no dirt or grit in this centrifugal lubricator ring.

STARTING. Before starting the engine read through all notes on "Warnings" (page 38). Also study the diagram of the complete Fuel Oil System shown in Fig. 61, inside back cover.

O or OE 115 to 117, STARTING BY HAND, WITH LAMP AND WITHOUT COMPRESSED AIR.—

Two or three men are necessary, one to operate the fuel pump, etc., and the others to turn the flywheel as quickly as possible. As no separate air compressor is used with these sizes of engines, all engines must be started by hand when starting for the first time.

All the foregoing instructions given under "Preparing to Start," pages 29 and 30, must be carried out, and the attendant thoroughly satisfied that the engine is in perfect running order. Then close the relief screw **N** on the sprayer, and work the fuel pump by hand until the oil feels solid. Then with a very sharp movement inject one or two charges of oil into the combustion chamber. (Unless the pump is operated very quickly the oil will not spray properly).

Turn the flywheel "backwards" as far as it will go and then turn it "forward" for a few revolutions as quickly as possible. (When an exhaust lifting handle is provided the turning of the flywheel is facilitated by holding the handle up for a few revolutions. It must be closed again before injecting a charge of oil). As soon as the engine has increased a little in speed, inject a charge of oil sharply by means of the hand lever just as the piston is about to commence a Power stroke (do not inject the charge before the beginning of the power stroke, otherwise the engines will suddenly turn backwards when an ignition occurs). This may be continued until the engine gets well started. A large number of oil charges must not be pumped into the combustion chamber before starting. When a few ignitions have taken place and the speed of the engine begins to increase sufficiently, move the exhaust roller out of gear with the half compression cam, so that full compression may be obtained. The engine will then quickly pick up speed. The lamp may then be put out.

CAUTION.—Never turn the flywheel, when starting, by putting one's foot on the flywheel arms. This is dangerous, in case the engine might accidentally start back in the wrong direction.

O or OE 115 to 117 STARTING WITH COMPRESSED AIR, with hand-operated starting valve, either with lamp, or from the cold state.

If the compressed air in the receiver is less than 120 lbs. pressure, it may be advisable to heat the ignition tube as described, but if 150 to 250 lbs. pressure is available, no pre-heating should be necessary.

All the foregoing instructions given under "Preparing to Start," pages 29 and 30, must be carried out, and the attendant thoroughly satisfied that the engine is in perfect running order. Then close the relief screw **N** on the sprayer, and work the fuel pump by hand until the oil feels solid. Then with a very sharp movement inject one or two charges of oil into the combustion chamber (unless the pump is operated very quickly the oil will not spray properly).

Then open the relief screw **N** on the sprayer and open the stop valve on the receiver, allowing the compressed air to pass to the starting valve. Then pull the starter valve handle sharply forward into position No. 2, described on page 22, and the engine will at once start away. *Care must be taken to let the starter valve close as soon as the crank becomes VERTICAL on the outstroke, as shown in Fig. 4, otherwise, as the exhaust valve opens just afterwards, the pressure from the receiver would pass through into the exhaust pipe and be wasted. This is often forgotten by the operator, in which case much compressed air is lost. A few impulses given to the engine in this way on each power stroke will be sufficient to turn it a few times. After the engine has made, say 10 or 12 revolutions, close the compressed air starter valve. Then close the relief screw **N** and immediately afterwards move the exhaust roller away from the half compression cam, so that full compression may be obtained. The engine will then commence to ignite its fuel charges and quickly increase in speed. Then close the stop valve on the receiver to prevent leakage of air. After two or three impulses with relief valve closed, open it slightly to reduce the strength of the impulse until speed is up to normal, when it must be closed again.*

RE-CHARGING COMPRESSED AIR RECEIVER O and OE 115 to 117.—The compressed air receiver should be re-charged with air from the engine before any load is put on the engine, so that it will be already for starting again at any time. To re-charge the receiver proceed as follows:—

When the engine is running, unloaded, at full speed, open the stop valve, Fig. 30, on the receiver. Then open the relief valve **N**, Fig. 20, on the oil sprayer, thus releasing the oil supply to the cylinder. Immediately this is done, and not before, hold the starting handle **J** in the middle position 3 indicated by the dotted lines.—See illustration, Fig. 29, page 22. This will open the valve **D** but will leave the non-return valve **F** free to operate. The air, compressed by the engine piston, will then be forced through the non-return valve into the receiver. When this valve has been held open for a number of compression strokes and the engine speed has considerably decreased, first close the valve by releasing the handle **J**, put the governor tumbler under the governor lever, and then shut the relief screw so that oil may once more be sprayed into the combustion chamber. As soon as the engine has regained its normal speed, repeat the operations described above, thus alternately working the engine and charging the receiver, until about 200 to 250 lbs. pressure has been obtained. Then close the stop valve on the pressure receiver tightly.

O & OE 115 & 117 STARTING WITH COMPRESSED AIR, with cam-controlled starting and charging valve, either with lamp or from cold state.

If the compressed air in the receiver is less than 120 lbs. pressure, it may be advisable to heat the ignition tube, as described on page 29 in the Instruction Book, but if 150 to 250 lbs. is available, no pre-heating is necessary.

N.B.—Whilst the engine is being prepared for starting, as given under PREPARING TO START, on pages 29 and 30 in the Instruction Book, the handle **K** (see illustration 20A, page 23) must be in the notch marked WORK.

When the attendant is satisfied that all is in order, turn the engine into the correct starting position.

STARTING.—Close the relief valve **N** on the sprayer, and work the fuel pump by hand until the oil feels solid. Then with a very quick movement inject one or two charges into the combustion chamber.

Open the stop valve on the air receiver (see Fig. 30, page 23), allowing the compressed air to pass to the starting and charging valve.

Now place the handle **K** into the notch marked START (No. 2 in the illustration), and the engine will immediately start away.

After one or two impulses, reduce the strength of same by slightly opening the relief screw **N** until the speed is up to normal, when it must be closed again. (This prevents the heavy pressure, due to the impulse of the ignited charge, squeezing the oil film out of the bearings). As the speed increases move the exhaust roller away from the half compression cam, so that full compression can be obtained, and place the handle **K** back into the notch marked WORK. Close the stop valve on the air receiver tightly.

RE-CHARGING COMPRESSED AIR RECEIVER.—When running steadily at normal speed and before putting any load on the engine, the air receiver should be re-charged in the following manner :—

Open the stop valve on the air receiver.

Open wide the relief screw **N** on the strainer of the sprayer, thus preventing oil being sprayed into the cylinder.

Immediately this is done *and not before*, place the handle **K** into the notch marked CHARGE (No. 3 in the illustration).

In this position the starter valve **D** is held open and the valve **F** is free to lift, when the compressed air in the engine cylinder is forced through it into the air receiver.

When the engine speed has considerably decreased, first put the tumbler **D** (Fig. 21) under the governor lever, and then put the starting handle **K** back into the WORK notch.

Then close or nearly close the relief screw **N** so that the oil may again be sprayed into the combustion chamber.

The engine will then soon regain its normal speed, and these operations must be repeated, alternately working the engine and charging the air receiver until about 200 to 250 lbs. pressure has been obtained. Then close the receiver stop valve. Do not repeat these operations too quickly as these would tend to overheating of the charging and starting valve and its spring.

On double cylinder engines, use each cylinder alternatively, so as to prevent the charging valve overheating.

MOST IMPORTANT.—On no account must the starting and charging valve **D** be open whilst oil is being sprayed into the combustion chamber, the relief valve **N** must therefore always be opened before the charging valve is opened and the charging valve must always be closed before the relief valve is closed again.

CAUTION.—Charges of fuel oil must **not** be injected by means of the pump hand lever, when operating the handle of the starting and charging valve. After once priming the pump and pipes the handle should not be used. It must on no account be used once the engine has begun to ignite its charges regularly.

OIL HEATER.—The valve on the heater may be either partially or wholly closed, when the engine has been running for about 15 to 30 minutes, as found best by experience. If paraffin or gas oil is used for fuel continuously the valve on the heater should always remain closed.

PARAFFIN CUP FOR STARTING OIL.—The refined oil in the paraffin starting cup should be about an inch from the bottom, before the change over handle is pushed hard over, as far as it will go, in the direction indicated by the "crude oil" arrow. *Do not wait until the cup is empty*, otherwise air will be sucked into the pump and the engine will stop.

If, due to air lock, the crude oil does not begin to be delivered directly the change over handle is moved over, open the relief valve on the sprayer and work the pump quickly by hand until the crude oil appears at the overflow pipe. Then close the valve again and the engine should at once begin to ignite its crude oil charges.

When a separate refined oil tank is used the cock on the latter is to be opened when starting, and the cock on the crude oil tank closed. When the heater has become sufficiently hot the cock on the refined oil tank is to be closed, and the one on the crude oil tank opened.

O & OE 120 to 123. STARTING WITH LAMP AND WITH COMPRESSED AIR.

O & OE 120 to 128. STARTING FROM COLD WITH COMPRESSED AIR.

These sizes of oil engines are provided with cam controlled compressed air starting valves as described on page 24. The air receiver fitted with a stop valve, pressure gauge, etc., Fig. 33, is supplied when ordered. If the compressed air in the receiver is less than 120 lbs. pressure, it may be necessary to pre-heat the ignition tube as described in the section "Preparing to Start," but if 150 lbs. to 250 lbs. is available no pre-heating should be necessary.

All the foregoing instructions given under "Preparing to Start," pages 29 and 30, must be carried out, and the attendant thoroughly satisfied that the engine is in perfect running order. Then close the relief screw **N** on the sprayer, and work the fuel pump by hand until the oil feels solid. Then with a very sharp movement inject one or two charges of oil into the combustion chamber (unless the pump is operated very quickly the oil will not spray properly).

Then open first the relief valve **N** on the sprayer, and open the stop valve on the air receiver to allow the compressed air to pass through the cam controlled valve to the starting valve on the breech end. Put the latter valve in action by screwing the hand-wheel screw *clockwise* as far as possible into the valve block. This allows the valve to open and the engine will immediately start away. When two or three revolutions have taken place first close the relief valve **N** on the

CROSSLEY OIL ENGINES.

STARTING. 33

sprayer, and immediately afterwards move the exhaust roller away from the half compression cam, so that full compression may be obtained. (Ignition will not take place with the half compression cam in operation when starting from cold, but it is necessary to use it for the first few revolutions to enable the engine to increase in speed sufficiently to turn against the full compression). When on full compression the engine will at once commence to ignite its fuel charges.

As soon as the speed of the engine increases screw down tightly the stop valve on the air receiver to prevent leakage, and then screw back the starting valve on the breech end. Then put out the heating lamp if this has been used.

NOTE.—If an engine of the O or OE 120 to 123 type should be required to be started without compressed air it may be done exactly as described for the O & OE 115 to 117 engines at the top of page 31.

CAUTION.—Charges of fuel oil must not be injected by means of the pump hand lever once the engine has begun to ignite its charges regularly.

OIL HEATER.—The valve on the heater may be either partially or wholly closed, when the engine has been running for about 15 to 30 minutes, as found best by experience. The important thing is that the oil must be maintained sufficiently thin and fluid to enable the oil to be finely atomised.

PARAFFIN CUP FOR STARTING OIL.—The refined oil in the paraffin starting cup should be about an inch from the bottom, before the change-over handle is pushed *hard* over, as far as it will go, in the direction indicated by the "crude oil" arrow. *Do not wait until the cup is empty*, otherwise air will be sucked into the pump and the engine will stop.

If, due to air lock, the crude oil does not begin to be delivered directly the change over handle is moved over, open the relief valve on the sprayer and work the pump quickly by hand until the crude oil appears at the overflow pipe. Then close the valve again and the engine should at once begin to ignite its crude oil charges.

When a separate refined oil tank is used the cock on the latter is to be opened when starting, and the cock on the crude oil tank closed. When the heater has become sufficiently hot the cock on the refined oil tank is to be closed, and the one on the crude oil tank opened.

DOUBLE CYLINDER ENGINES.—On Double Cylinder Engines do not close the relief valve on either cylinder until immediately before putting the half compression cam out of action. This will prevent any oil dribbling and carbonising on the sprayer owing to the very slow injection (see page 45).

RE-CHARGING AIR RECEIVER.—Re-charge the air receiver from the belt-driven compressor or engine-driven air compressor as quickly as possible, as it is *always* the best plan to have the receiver charged ready for re-starting again at any time.

SUMMARY OF COMPRESSED AIR STARTING OPERATIONS.

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Fill fuel tank. 2. Open fuel supply from tank to engine. 3. Prime fuel pump and pipes. 4. Fill paraffin cup, or tank. 5. Put governor wedge on starting prop. 6. Put exhaust roller under half compression cam. 7. Turn engine to starting position. 8. Put barring gear out of action. 9. Turn on cooling water supply. 10. Prime lubricating system, and oil parts as may be necessary. | <ol style="list-style-type: none"> 11. Prime connecting rod large end bearing. 12. Open air receiver stop valve. 13. Open air starter valve on cylinder. 14. After 2 or 3 cycles close sprayer relief valve. 15. After one more cycle change over to full compression. 16. As soon as engine starts to ignite its charges close the starter valve (on O & OE 115 and 117 this must be done before closing the sprayer relief valve). 17. Close stop valve on air receiver. |
|---|---|

WORKING,

INCLUDING

STOPPING.

After starting the engine, the load should not be put on until it has been ascertained :—

- 1.—That all working parts are properly lubricated.
- 2.—That the lubricators are all in working order.
- 3.—That the rings in the ring oiled bearings of the crankshaft and sideshaft are rotating.
- 4.—That water is flowing properly through the jackets.

LUBRICATION.

It is not possible to define any exact quantity of oil to use, as so much depends on the quality of fuel oil used, the average load at which the engine works, the temperature of the engine house, the amount of dust, the attention given to the engine, etc., but we give below a table showing the quality and approximately the amount to be used for the various parts when the engine is working under good average conditions. With a little experience the attendant will soon know how much to use. **NOTE.**—Unless the quality of lubricating oil used is supplied by, or approved by us we do not guarantee the working of the engine. *Do not be tempted to use "cheap" lubricating oil. This would only lead to trouble.* All lubricating oil should be passed through fine gauze strainers before being poured into the lubricators. This prevents any foreign matter getting into the lubricators and stopping the flow of oil which might lead to serious results. *See important notes on page 39.*

QUALITY AND QUANTITY OF LUBRICATING OIL USED FOR VARIOUS PARTS OF THE ENGINE:—								
PART OF ENGINE.	QUALITY OF OIL TO USE.	APPROXIMATE QUANTITY IN DROPS PER MINUTE, PER SINGLE CYLINDER ENGINES.						
		SIZE 115	SIZE 117	SIZE 120	SIZE 122	SIZE 123	SIZE 126	SIZE 128
Cylinder and Piston	Brand "O".	14	15	16	18	8	9	10
Exhaust Valve	Paraffin for O & OE 115 to 122 engines. Brand "O" for O & OE 123 to 128.	1	1	1	2	1	1	2
Connecting Rod Large End Bearings	Brand "H" oil.	15	16	20	22	12	14	Total 18 two feeds
Connecting Rod Small End Bearings	Brand "O" oil.*	—	—	—	—	*4	*6	*8
	Brand "H" oil.	—	—	5	6	—	—	—
Crankshaft Bearings and Sideshaft Bearings	Brand "H" oil.	NOTE. —The drops for the O & OE 115 to 122 are much smaller in size than for the O & OE 123 to 128. This is owing to the different type of lubricator used.						
Miscellaneous Smaller Bear- ings, Governor & Governor Gear Wheels, Oil Pump, Cam, Etc.	Brand "H" oil.							
Gear Wheels at Crankshaft end of Sideshaft	Brand "H" oil and Graphite.							

*On later engines the lubricator is arranged so that "H" oil could be used instead of "O" oil.

ADJUSTMENT OF LUBRICATORS.—

Double Plunger Lubricator. Sizes O & OE 115 to 122.

The quantity of oil delivered is regulated, as stated on page 27, by the milled nuts on the needle valve of the glass sight feed lubricators on the pump body. Each needle valve is held on its seat by a spring and can be raised by hand for flushing purposes without altering the normal adjustment. As the level in the glass falls, the tendency is for the oil to drip more and more slowly. The supply should therefore be adjusted to drip rather faster than necessary when the glass is full.

Central Multiple Lubricator. Sizes O & OE 123 to 128.

The stroke of each pump is adjustable and is regulated by altering the position of the milled adjusting sleeve **N** and locknut **P** on the plunger end. After determining the necessary position, this sleeve and nut must be locked one against the other. The finger ring on each plunger end allows a few extra strokes to be given by hand if required, without stopping the engine, or altering the normal rate of feed.

It is very important that the Sight Feed and Mechanical Lubricators are never allowed to become empty while the engine is working; neglect on the part of the attendant to maintain efficient lubrication may cause serious damage to the engine. Should the reservoirs be emptied, after refilling them with oil, the pump and delivery pipes must be primed in the manner described on pages 29 and 47.

PISTON.—It is important that the correct amount of oil is used for the piston, the whole surface of which must be lubricated. If an excessive amount of oil is used it will get on to the back of the piston or into the combustion chamber and then become burnt to a scale or crust. On the other hand, if too little oil is used, the piston will become dry and wear rapidly.

GOVERNOR.

DASHPOT.—The dashpot must be kept quite full of a mixture of clean thin lubricating oil and paraffin, and it should be emptied and refilled every three months. Only mineral oil containing no fat should be used.

To fill the dashpot it is best to remove it from the engine. Unscrew the cover **S** and piston **Q** and partially fill the pot. Then replace the piston and press it down until it is submerged in the oil; this is necessary to prevent air being trapped beneath the piston. Then fill up to the top with oil and screw in the cover, when some of the oil will be screwed out, if the pot has been properly filled. As much oil as possible should be filled into the top of the cover to prevent air leaking in past the piston rod.

SPEED REGULATION.—By adjusting the tension of the spring **V** attached to the governor lever **L** the speed of the engine may be somewhat varied.

No slackness must be allowed in the governor pins or gear as this would lead to irregular running.

FUEL OIL SYSTEM.—The attendant should make himself thoroughly conversant with the complete fuel oil system. The diagram shown in Fig. 61, inside back cover, will be found very useful for this purpose.

GOVERNOR WEDGE.—To prevent the engine reversing its motion, in case a greater load is thrown on the engine than it can carry, causing it to slow down considerably, the supply of oil is arranged to be suddenly cut off. The adjusting nuts on the dashpot rod are set to begin to compress the dashpot spring, when the thinnest portion **X** of the governor wedge is in line with the control valve. The speed of the engine will then fall considerably before the oil supply ceases, the latter only taking place when the speed of the engine has become slow enough to allow the thicker part of the wedge **T** to fall in line with the valve, the whole of the oil then being returned through the control valve to the oil heater, thus acting as a safety device.

When the engine is running at reduced load, the governor wedge will rise until its thicker part **Y** rises level with the pecker bolt, the control valve will then be opened earlier, and nearly all the oil will pass back to the oil heater, only a sufficient amount being delivered through the sprayer to keep the engine working at its correct speed (See further notes under "Maintenance.").

GOVERNOR QUADRANT.—Sizes **O** & **OE 128** only. When setting the gear the pecker screw only just clears the quadrant at the points **C** and **Y**, Fig. 25, when the roller is in contact with the end of the valve spindle and when the roller on the pump lever is quite clear of the pump cam toe-piece and is on the body of the disc of the pump cam.

The projecting portion of the quadrant at **T** acts as a safety device in case the engine should be suddenly overloaded and the speed fall considerably. This projection, owing to the fall of the governor hanging rod, would then be in line with the setscrew **K** and the maximum lift of the control valve would take place, and consequently no oil would be delivered to the sprayer.

A pointer **Z**, fitted in an arm of the quadrant, moves along the stationary segment **A**. It tends to indicate to the attendant the approximate load on the engine and shows at a glance, if the pointer takes up a new position when a regular load is on the engine, that something is out of order. A little experience will enable the attendant to gauge the position which the indicator should take up under normal working conditions, and when it varies with the usual load, to look round and see if all parts of the oil heater, pump, control valve, and sprayer are working properly, and if so, to see whether the piston or exhaust valve are short of lubricating oil, or whether any of the bearings are tending to run hot.

OIL HEATER AND STRAINER.—A temperature of 70 to 100 deg. Fahr. (20 to 38 deg. Cent.) is recommended for the lighter crude oils. For heavy viscous residual oils, the temperature should be raised to from 120 to 140 deg. Fahr. (50 to 60 deg. Cent.). These temperatures are approximate and may be observed by placing a thermometer in holes provided on oil pump body. Do not overheat thin oils. The best temperature for thin refined oils, such as Kerosene, is about 80 deg. Fahr. (27 deg. Cent.), for Gas or Solar Oil about 95 deg. Fahr. (35 deg. Cent.), and for light crude oils about 95 to 110 deg. Fahr. (35 to 43 deg. Cent.), according to the viscosity of the oil. A little experience will soon enable the attendant to judge the most suitable temperature to maintain. The essential thing is that oil will not atomise finely unless it is very thin and fluid. Some oils are quite fluid when cold, others require to be heated to 130 or 150 deg. Fahr. (55 to 65 deg. Cent.), before they are sufficiently fluid for fine atomisation. With very viscous oils we sometimes pass the sprayer pipe through the water in the breech end to raise the temperature of the oil between the pump and the sprayer to 130 to 150 deg. Fahr. (55 to 65 deg. Cent.), and in some cases we recommend the suction pipe, from the fuel tank to the oil heater, to be laid in the exhaust pipe trench. Should the oil over-heat when using thin non-viscous oils, even when the regulation valve **H** is closed, one or more thicknesses of asbestos sheet should be placed between the heater body and the exhaust pipe. An extra asbestos joint is sent loose with each engine. Viscous oils should be heated more than other oils, but not so much as to make them froth, or give off vapour. This would prevent the oil pump sucking the full charge of oil. **Important.**—The unused oil being visible when passing into the over-flow tundish, is valuable as an indication of the condition of the oil. If froth is seen issuing from the air vent pipe, it is usually a sign that the oil heater is too hot, and it should be cooled down by partly closing the heater check valve. Sometimes, however, frothing indicates that there is water in the oil, and the remedy is to drain off any water by opening the cock or plug at the lower part of the heater and also by opening the drain tap at the bottom of the fuel tank. The latter should be done periodically. The oil strainer in the oil heater must also be cleaned periodically.

OIL SPRAYER.—**Important:** It is absolutely essential that the sprayer valve should seat itself perfectly on the sprayer nozzle. This can be tested when the engine is working by opening the relief valve slightly and noting the condition of the oil issuing from the relief pipe into the tundish. If the oil issues from the pipe in anything like a broken form (like foam) it is a sign that the air compressed in the engine cylinder is leaking out through the sprayer nozzle and past the sprayer valve seating, and that the latter is therefore out of order and requires attention. See notes on cleaning and assembling, pages 43 to 46.

COOLING WATER.—Never work the engine without water in the jacket of the cylinder. When water tanks are used they must be kept full by means of a ball cock (see erecting instructions). If the cylinder of the engine becomes much hotter than the water in the tanks, it is a sign that the circulation is obstructed, and it should be attended to at once. The temperature of the water should not be allowed to exceed 130 deg. Fahr. (55 deg. Cent.) on the sizes up to and including size O 123, and 110 deg. Fahr. (43 deg. Cent.) on sizes O 126 and O 128. With very viscous oils it is always best to keep up the circulating water temperature from 130 deg. to 160 deg. Fahr. (55 deg. to 72 deg. Cent.) especially when running at light loads when there is not much heat in the exhaust gas to liquify the fuel in the heater. Holes are provided in the outlet flanges on the top of the cylinder of engines for O & OE 120 and larger sizes, for the insertion of thermometers, so that the temperature of the outlet water can be ascertained at any time. This is much the best and safest method of cooling. There are two methods of circulating the cooling water, as follows:—

(1) **Tank Circulation.**—It is important to keep the water level in the tanks high enough to cover the return pipe from the engine cylinder by at least two inches, but not high enough to cover the pockets in the tanks. See therefore that the ball cock is operating correctly.

(2) **Run Through Circulation.**—When water is arranged to run through or to be pumped through the jackets to waste, it is best to have separate supplies to the cylinder jacket and to the breech end. The temperature of the jacket outlet water should not then be allowed to exceed that mentioned above. If the engine becomes over-heated at any time, it must not be cooled suddenly by passing a lot of cold water through it. The load on the engine must be reduced until the temperature is normal again. With run through circulation the water must enter at the bottom of the cylinder and separate outlets and regulating cocks arranged on both the top of the breech end and the top of the cylinder jacket.

It is also important with run through circulation that the engine should be allowed to run at no load for five or ten minutes before stopping, so as to cool down slowly. Or, as an alternative, the engine may be stopped immediately and the amount of run through water regulated by hand for five or ten minutes to prevent too rapid cooling. Any sudden cooling may result in fracture of the breech end. Also if the water is shut off suddenly when the engine is very hot, the heat stored in the metal may quickly raise the water to boiling point and over-strain the metal in this way also.

Beware of running water through the cylinder jacket without the use of a water vessel, when the water is "hard," as this tends to the new water continually depositing its lime, salts, etc., in the jackets, which makes the castings liable to over-heat and fracture. This is one reason why we prefer "tank" circulation. Run-through water should wherever possible be either natural soft water, or rain water, or water treated in some way so as to soften it.

Whether the water is run through or pumped through the jackets it is absolutely necessary for the jackets to remain full of water at all times except when it is purposely drained out through a drain cock. For example, when the water is pumped through the jackets, it is always possible for any non-return valve or foot valve to stick open or leak. This might enable all the water from the jackets to drain out, when the engine is stopped, without it being observed. This would be serious for two reasons:—(1) Parts of the engine would be very hot and might fracture, or (2) The engine might be started without water in the jackets until some parts were seriously over-heated, and a fracture would almost sure to be the result. This can be prevented by arranging the supply to be taken up from the pump or supply cock to say two feet above the top of the cylinder and for the water to then pass out into a tundish and down a separate pipe to the inlet passages to the cylinder and breech end. No water could then pass out of the jackets when the engine stops. A still better plan is for the pump to deliver its water into a "safety" tank 8 or 10 feet above the cylinder, the tank being arranged to act on the thermo-syphon principle and for the hot water rising into it from the engine to overflow down a pipe into a tundish and pass away. See important note on page 6 and illustration in Figs. 2 and 3.

ADJUSTMENT OF THE TIMING OF THE FUEL PUMP CAM.—(See also notes on Dismantling) page 54.

The disc of the cam which operates the fuel pump is provided with slotted holes for studs by means of which it can be secured in position against the cam boss which is firmly keyed on the shaft. The cam disc is therefore adjustable so that the timing of the oil injection can be adjusted when the engine is being tested at our works. When the correct position has been found, a steady pin is passed through the cam disc into the cam boss. Unless specially ordered otherwise, the pump cam is usually set for an average quality of fuel oil with a Specific Gravity of about .900. It is seldom necessary for any alteration to be made to the timing of the oil injection as settled during the engine's trials. If, when working with a heavy residual oil the exhaust gases issuing from the exhaust pipe are very dark it may be found advisable to very slightly advance the timing. This alteration must be done by a thoroughly competent mechanic and even then, only after the most careful attention has been given to:—

(1) The sufficient heating of the oil by adjusting the regulator valve of the oil heater.

(2) The efficient working of the fuel pump, control valve, and sprayer, and the general working condition of the engine. In other words the advancing of the timing of the pump cam must be considered only as the last thing to do when it is desired to improve the working of the engine. Before making this alteration we recommend our clients to write for our advice, giving us full particulars of the oil, and stating why they suggest making any change.

Should any change be made the cam disc should be either (a) moved slightly clockwise, see Fig. 53, to make the injection later if an oil having a specific gravity of about .88 or under is to be used, or (b) move slightly anti-clockwise to make the injection earlier if an oil having a specific gravity of .92 or over is to be used.

If the injection is made later (by moving the cam clockwise) it should be done only when the ignition tends to be noisy. Care must be taken to distinguish between noise due to ignition and noise caused by any loose bearings, such as of the connecting rod, or of any backlash in the gear wheels.

When the injection is made earlier (by moving the cam anti-clockwise) it should be done only if the tendency is for the piston and for the exhaust gases to be black. Care must be taken to make sure that any black piston or black exhaust gas is not due to leakage of oil or the control valve, sprayer, fuel pump gland, or pipe joints, or to the oil not flowing freely to the fuel pump from the oil heater or oil tank, or to air or water being niched in with the fuel.

If, as a last resort, it should be desired to alter the setting of the pump cam it should be done in the manner described and illustrated in notes under "Dismantling," see Figs. 53 and 54, page 54.

KNOCKING

A knock in an oil engine is generally the result of lost motion due to wear upon the moving parts or excessive running clearances having been given during repairs, and is especially pronounced when occurring in the reciprocating masses. It would take place if the large end or small end brasses were not kept in good condition.

A heavy thud may sometimes be heard immediately after injection has taken place, thus indicating too early ignition, the effect of which is a too sudden rise of pressure just before the end of the compression stroke. In this case it is necessary to retard the timing of the fuel pump cam, see notes above and "Dismantling" notes, page 54. Great care is exercised during the engine's trials, to obtain the most advantageous timing of this cam, and it is seldom necessary afterwards to make any alteration in this respect, provided a good quality of fuel oil is used.

Other causes of knock are as follows:—

1.—Backlash in the sideshaft wheel teeth. A setscrew is provided, fitted into the underneath side of the sideshaft bearing at the crank end. Its purpose is to raise the bearing and so set up the sideshaft wheel further in gear with the crank worm.

2.—Too much running clearance in (a) the large end connecting rod bearing, or (b) in the main bearing on the sideshaft side, or if the cap has not been properly tightened down, will permit the crankshaft to lift when the power impulse takes place.

3.—If the outer bearing is lower down than it should be there will be likewise a tendency for the shaft to lift on the sideshaft side.

4.—If the crank worm is not located close up against the crank bearing lateral movement of the shaft may ensue.

5.—Loosely fitting flywheel keys *must be tightened up immediately*. On no account must packings be inserted. New keys must be made if the existing ones cannot be made a good fit on their tops and sides. Serious accidents have occurred through slack keys setting up severe stresses which have resulted in the fracture of the boss of the flywheel.

6.—Badly fitting pistons or piston rings.

7.—Broken piston rings (remove at once and replace).

8.—Wear having taken place upon the internal surface of the cylinder liner and a ridge of metal formed. When new connecting rod bearings are fitted, if the correct distance between the centres of the piston pin and ring crank pin bearing is not maintained, the piston may travel further into the cylinder, and so cause the first ring to strike against this ridge. This obstruction should be filed away.

9.—Very severe stresses may also be set up in the connecting rod bolts, owing to excessive knock due to a worn crank pin bearing.—See "Maintenance" notes and "Warnings" for their renewal, pages 38 and 42.

10.—A knock may also be traced to too much clearance between the exhaust valve spindle and the tappet screw in the exhaust lever.

To locate where noise comes from, place the ear in succession close to the back of the cylinder, to the front of the piston, to the sprayer, to the fuel pump with its lid open, and to the sideshaft wheel guard with its lid open.

BALL TAP.—This is to keep the surface of water within 3in. (.076) of top of the vessels. If the engine is worked at full power all day, some cold water should be run in by holding the ball tap down and running out water through the overflow pipe.

WITHDRAWAL OF THE WATER FROM THE CYLINDER JACKETS.—In order to do this, the ball tap N must first be propped up, the stop cock on the inlet or bottom water pipe closed, and the drain tap opened (see Fig. 2). The water will then be drained from the outflow pipe and the cylinder jacket, without emptying water vessels. Care must be taken before restarting the engine to see that the stop cock is opened, the drain tap closed, and that the ball tap is released and works freely, so that the water in the vessel may be again above the top of the outflow circulating pipe. These points must be strictly adhered to, or great injury to the engine will result.

STOPPING.

To stop the engine simply unscrew the relief valve N on the sprayer (see page 18). This returns all oil to the oil heater and prevents any being injected into the cylinder. In an emergency, such as if this pipe becomes choked, and should temporarily not have the desired effect, hold up the oil pump handle F to put the oil pump plunger out of action.

IMPORTANT NOTES.—If the engine should be working with *viscous residual oil*, or with *tar oil*, the fuel must be changed over to refined oil, for a few minutes, before stopping, so that the oil pump, pipes, sprayer, etc., may not remain with any residual oil or tar oil in them. This is important when using viscous oils to ensure that oil cannot solidify in the pump, which would become clogged and be difficult to clear, and that the pipes, pump and sprayer are primed with refined oil ready for the next start.

Further, when using crude, residual or tar oils, the general condition of the sprayer and particularly the spraying orifices of the nozzle, is greatly improved, if for a few minutes at starting and also at stopping the engine is run on paraffin.

This tends to prevent the growth of any carbon deposit on the nozzle, which is liable to appear if viscous crude oils are used when starting and stopping.

When the engine is stopping shut off all the glass lubricators and leave the engine with the air and exhaust valves closed, in a condition all ready for starting.

COOLING WATER.—When run through circulating water is used, the supply must not be turned off immediately the engine is stopped, regulate the quantity by hand and allow it to run for about 10 to 15 minutes before closing the cocks.

FROST.—If the engine is likely to be exposed to frost after stopping, drain the water from the cylinder jacket and bottom water pipe, as described above, leaving the cock open until starting next time; an alternative is, to burn a lamp under the breech end, to prevent water freezing in the jacket. Neglect of such precautions may cause breakage.

N.B.—Starting is facilitated, especially in cold climates, if the water in the cylinder jackets is warm. This may usually be ensured by shutting off the circulating water a few minutes after the engine has stopped, **always remembering to turn the water on again at starting**, see notes on page 30. If this practice is adopted, however, the attendant must see that there is no danger from frost as described above. If in doubt, drain the water out of the cylinder jacket nightly, **but not until at least 15 minutes after the engine has been stopped**. See important notes under "Cooling Water," on page 30.

WARNINGS.

IMPORTANT.

GUARANTEE.—Our guarantee for this engine is contingent on the fuel and lubricating oil used being approved by us, and the engine worked according to the recommendations in our printed Instruction Book.

FROST.—If the engine is likely to be exposed to frost when not working, drain the water from the cylinder jacket and bottom water pipe by means of the tap M (see Figs. 2 and 3, pages 5 and 7) provided on the inlet pipe, leaving the tap open until starting next time, or use a lamp beneath the breech end, to prevent the water freezing in the jacket. Neglect of this precaution may cause breakage. If the water is drained out of the jacket be sure that the jacket is refilled before starting the engine again. If the water tank is frozen over, break the ice before starting. In frosty weather see that the water is circulating.

DASHPOT ON GOVERNOR.—In very cold weather the oil in the governor dashpot may become frozen. The dashpot should therefore be examined before starting the engine. Should the oil be frozen, and the dashpot piston unable to move, the engine may run away. Some kerosene mixed with the oil will prevent freezing; or glycerine may be used instead of oil.

BARRING GEAR.—It is most important that the barring gear should be disengaged before starting the engine, otherwise the barring gear will be damaged. A stop is provided for keeping the gear in the free position, see illustrations on page 26. See that it is used.

AIR SILENCER.—The matting in the air silencer should be examined periodically. If necessary it should be cleaned or renewed. If the atmosphere of the engine house is dusty, the cleaning is specially important. Do not add to the quantity of matting round the silencer casting.

STARTING.—When starting or when turning the engine it is dangerous to place the foot on the flywheel arms, because, if out of order, the engine might turn in the wrong direction at the first ignition.

The valves of the compressed air starter must be kept properly ground into their seatings. Neglect of this may cause a back fire and injury to the attendant.

Be sure to see that the circulating water is turned on before attempting to start.

DISMANTLING.—When taking out the piston or any of the valves, keep naked lights away. It is then impossible for any mixture which may be left in the cylinder to be accidentally ignited, especially if as a further precaution, the flywheel is turned round several times before the piston or valves are taken out, to clear away any gases.

FAILURE OF GOVERNOR LEVER TO CONTROL THE ENGINE SPEED.—If, for any reason, the governor lever does not rise when the engine attains full speed, the engine should be stopped at once by opening the relief valve N on the sprayer, and the cause investigated.

If at any time the opening of the relief valve does not slow down the engine, lift the pump handle and so put the oil pump out of action.

If from any cause a bad start has been made and a number of charges of oil have been pumped into the combustion chamber and not ignited, and the engine still increases in speed, although the relief valve is opened and the pump handle held up, the exhaust valve should at once be held open by the hand lever provided. The surplus oil will then be scavenged out, and on the exhaust valve being allowed to close again the engine should work correctly.

CONNECTING ROD BOLTS.—See important notes under "Maintenance," page 42, relating both to the bolts themselves and also to the necessity of keeping the large end bearings in proper condition and the bolts securely screwed up and locked. Make sure also that any new bolts ordered as "Spares" or to replace old ones are ordered from us so that both the proper special material and its correct heat treatment may be guaranteed.

GEARING UP THE SIDESHAFT.—Although a printed label is attached to the worm wheels directing mechanics in erecting the engine to gear up the wheels to the marks "00" on the teeth, we again call attention to this point as mistakes are often made in putting these wheels together. We also paint the tooth and corresponding space red, in order to further call attention to this important point.

Two keyways are cut in the sideshaft gearwheel. If considerable wear of the teeth takes place, the wheel may be keyed on in a position diametrically opposite to its original one. If the attendant should in due course effect this change the marks on the stamped painted teeth should be changed to suit. The valve settings should then be carefully checked over, as directed on page 41, to see that they agree with the diagram, Fig. 5, on page 11.

LUBRICATION.—Important: Pay particular attention to the lubrication of the large end of the connecting rod. This part requires as much oil as all the other parts of the engine together. It is also essential that the oil pipe from the lubricator and the centrifugal oiling ring, attached to the side of the crank, is maintained in an absolutely clean condition. It should be thoroughly cleaned out, including the hole through the crank, before the engine is started for the first time.

SIGHT GLASSES ON CENTRAL LUBRICATOR.—If in very cold weather there is a tendency for the water to freeze, salt water must be used, see page 29.

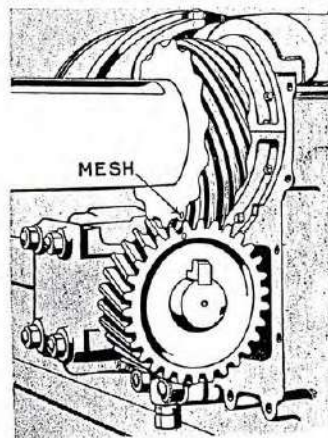


Fig. 40.

CROSSLEY OIL ENGINES.

WARNINGS. 39

LUBRICATING OIL FILTER.—Filter all lubricating oil before using. We strongly recommend the use of an oil filter, by means of which all lubricating oil (except that coming away from the cylinder) may be filtered and cleaned after use, to be used again for the bearings and other purposes. We can supply a suitable filter if required. Only new oil must be used for the cylinder and piston pin. The oil which drips from the mouth of the cylinder, into the bed can be drained from a pipe provided at the side of the bedframe on sizes 120 to 128 inclusive. This must not be used again, however, as its lubricating qualities have been impaired. It should be poured through the strainers into the fuel oil tank, as it is quite suitable for fuel oil.

QUALITY OF LUBRICATING OIL TO USE.—This is a very important matter and must on no account be neglected. Many engines have been seriously injured by the use of totally unsuitable qualities of oil supplied to our customers, and in consequence we have been obliged to undertake the sale of suitable oil ourselves. We have made such arrangements with large oil manufacturers to produce two lubricating oils specially suitable for these oil engines as follows:—

Cylinder Lubricating Oil, Brand "O."—For use on sizes 115 to 228 inclusive. This has a high flash point and a suitable viscosity and boiling point and, in addition, has the least possible tendency to carbonise when heated. It should be borne in mind that the oil has to stand exposure to flame temperatures and high pressures about one hundred times a minute and no inferior oil, however good it may be for other purposes, can be used for the lubrication of the cylinders without leading to many troubles. **Bearing Lubricating Oil, Brand "H."**—This oil is specially prepared for use on bearings and has both a high flash point and a high viscosity suitable for the purpose. (It is not suitable for the cylinders of sizes O & OE 115 to 228 inclusive.) For use in tropical climates **Lubricating Oil, Brand "I H"** is specially recommended in place of the Brand "H" being of a very high viscosity. These oils can be obtained either from us or from any of our branch offices, or agents, in either five or ten gallon drums, or forty-gallon casks. For the convenience of overseas users we have now made arrangements for the delivery of any of these oils in 40 gallon wood or steel casks to most foreign ports. The prices are cut very low and their use can be regarded as a first class insurance on the good working of the engine. The Brand "O" oil must not be used in the air compressor, the Brand "H" only being suitable for this purpose.

We cannot too earnestly recommend our friends to provide themselves with this oil for the lubrication of these engines. Nor can we take any responsibility if they do not do so. Do not be tempted to use "cheap" lubricating oils. It will only lead to trouble.

COOLING WATER AND TANKS.—Never work the engine without water in the jacket of the cylinder. When water tanks are used they must be kept full by means of a ball cock (see instructions on page 6). If the cylinder of the engine becomes much hotter than the water in the tanks, it is a sign that the circulation is obstructed, and that it should be attended to at once. The temperature of the water should not be allowed to exceed 140 deg. Fahr. (60 deg. Cent.) on sizes O & OE 115 to 123, and 120 deg. Fahr. (50 deg. Cent.) on sizes O & OE 126 and 128, except in special cases such as when very viscous fuel oil is used (see page 36). Holes are provided in the outlet flanges on the top of the cylinder of the O & OE 120 to 128 engines for the insertion of thermometers, so that the temperature of the outlet water can be ascertained at any time. The water pipe from the top of the cylinder to the top of the water vessel must slope upwards and must have no bends where air can lodge.

Beware of using water from ponds and dirty rivers which hold much mud in suspension. When using such water the water spaces must be cleaned out very frequently. The dirtier the water the more frequent the cleaning.

WATER JACKETS.—In districts where the water is "hard" or contains much lime, chalk, mud or vegetable matter, it is necessary to examine the water jackets periodically (at first every month), and when found, to remove any scale or deposit. Inspection covers and plugs are provided for this purpose on the cylinder jacket, and on the back and both sides of the breech end, and also at the top and on the side of the bed, see Fig. 4, page 10, and Figs. 9 and 10, on page 13. When re-making the joints of the covers or flanges, first soak the asbestos in water. For joint between liner and breech end, smear the asbestos on both sides with boiled linseed oil.

BREECH END.—Special care should be taken to remove any mud or scale from the spaces in the breech end which surround the admission and exhaust valve passages and ports. A lighted taper can also be inserted through all the inspection holes to see the condition. These water spaces can be reached with rods from the back and from both sides of the breech end and the scale scraped away, see figs. 9 and 10.

CYLINDER LINER.—If scale is allowed to remain on the outside of the cylinder liner (S 1, in Fig. 4, page 10), the efficient cooling of the piston will be prevented and the lubricating oil film on the piston will be impaired. This results in the burning charge blowing past the piston rings, and the liner will wear out rapidly, and require to be renewed.

REMOVAL OF SCALE.—If the deposit in the breech end or on the liner is hard or difficult to scrape off, its removal may be facilitated by the use of suitable solvents, which render the deposit soft, and it can then be washed away with a hose pipe or softened sufficiently to be scraped off. Commercial hydrochloric acid (spirits of salts), is the most suitable solvent, and is used as follows:—After stopping the engine, drain all the water from the jackets, then fill up with diluted acid (about one part acid to three parts of water). Leave this in for a night or so. If the deposit is not then removed thoroughly, let out the acid and fill up again with fresh acid. If necessary a stronger solution may be used. By blowing in steam through the water inlet flange the temperature may be raised to 150 deg. Fahr., thus dissolving the deposit more rapidly. After letting out the acid, take care that the water jackets are well washed, as if the engine is not to be started at once, any acid remaining would rust the metal. In case the engine is worked at once, this washing is done automatically by the cooling water itself. In rare instances hydrochloric acid may prove unsatisfactory, in the event of which we shall be pleased to give advice as to the most suitable solvent to use, on receipt of a sample of the deposit. **NOTE.**—If the scale formed is excessive, it is advisable to use either a better source of water supply, or to soften the water artificially before use. If the scale is allowed to remain and increase it will lead to either the fracture or excessive wear of the insufficiently cooled parts.

NOTE.—In all cases after removing scale from either the breech end or the cylinder liner, it is important to see that no scale or deposit is left standing in the bottom water pipes and which would obstruct the free flow of water. These pipes should be removed and cleaned out before the engine is re-started.

It is important to keep the water level in the tanks high enough to cover the return pipe from the engine cylinder, by at least two inches, but not high enough to cover the pockets in the tanks.

If the circulating water is hard it is advisable to use large tanks in order to obviate the necessity of using make-up water. A ball tap should be fitted to maintain a constant level. The bottom of the tanks should not be lower than the centre line of the cylinder, and, if possible, a few feet higher. If the water is impure the tanks should be cleaned out occasionally.

RUN THROUGH CIRCULATION.—When water is arranged to run through the jackets to waste, it is best to have separate supplies to the cylinder jacket and to the breech end. The temperature of the jacket outlet water should not then be allowed to exceed that mentioned. If the engine becomes over-heated at any time, it must not be cooled suddenly by passing a lot of cold water through it. The load on the engine must be reduced until the temperature is normal again. With run through circulation the water must enter at the bottom of the cylinder and separate outlets and regulating cocks arranged on both the top of the breech end and the top of the jacket, see notes on previous page under "Water Jackets," respecting cleaning out deposit, etc. Also see important notes on pages 6 and 36 and illustration on Figs. 2 and 3 with reference to the use of a "safety tank,"

It is also important with run through circulation that the engine should be allowed to run at no load for five or ten minutes before stopping, so as to cool down slowly. Or, as an alternative, the engine may be stopped immediately and the amount of run through water regulated by hand for five or ten minutes to prevent too rapid cooling. Any sudden cooling may result in fracture of the breech end. On the other hand if the water is shut off suddenly when the engine is very hot, the heat stored in the metal may quickly raise the water to boiling point and over-strain the metal in this way also. The best safeguard is to adopt the "safety tank" arrangement.

Beware of running water through the cylinder jackets without the use of a water vessel, especially if the water is "hard," as this tends to the new water to be continually depositing its lime, etc. in the jackets. The safest water to use is rain water, as it is not hard. If rain water cannot be obtained the water should be treated in some way to soften it.

OIL SPRAYER.—Pay particular attention to the instructions given on pages 43 to 46, regarding this important part of the engine.

CONTROL VALVE.—This must be kept in first-class condition, and oil must not be allowed to leak past its seating.

CHANGE OVER FUEL GEAR (when fitted).—Be sure that the change over valve handle Y, shown in Fig. 18, is pushed hard over either one-way or the other, otherwise air may be drawn into the oil pump when the paraffin cup Z is empty and so cause trouble. The best plan is to always leave a little oil in the paraffin cup. If it remains there no air can leak past it. If, on the contrary, the paraffin tends to be sucked in, it is a sign that either the handle is not pushed hard over, or that the valve is not seating properly. This should be attended to at once as air must not be allowed to leak past this valve into the pump. In no case must petrol spirit be used for starting.

FUEL OIL PIPES.—Before starting the engine for the first time thoroughly flush out all fuel oil pipes, especially the suction pipe to the pump, the delivery pipe to the control valve, and the delivery valve to the sprayer. Any core sand, pipe scale or pipe burrs, which may become loosened in these pipes can then be cleared away and cause no trouble.

FUEL OIL.—IMPORTANT.—Do not be put off with inferior qualities, see notes on pages 9 and 56. Be sure not to use oil with sand or earthy matter in it, as this will quickly spoil the control and sprayer valves and sprayer nozzle, and interfere with the regular working of the engine. It would also wear various parts of the engine such as the fuel pump. Sand and earthy matter is found in oils in the neighbourhood of oil fields and must be allowed to settle out before the oil is passed through the oil strainers on the fuel tanks.

NOTE.—To avoid trouble buy all petroleum fuel oil to the specification given on page 9, and tar oil to the specification given on page 56.

COMPRESSED AIR RECEIVER, STOP VALVE AND PIPES.—Keep all parts in good condition and drain water out occasionally by slacking back half a turn, the drain plug at the bottom of the receiver. If, at any time, the pressure falls in the receiver without apparent cause, make a thorough search at once for the point of leakage and, when found, take steps to rectify it immediately. See notes under "Maintenance," on page 47.

ENGINE SPEED.—The speed of any engine must never be increased above the rated speed at which the engine was sold. This is particularly to be noted in the case of electric lighting engines and still more particularly in the case of engines driving alternating current generators.

MAINTENANCE

INCLUDING

ADJUSTMENTS, CLEANING AND REPAIRS.

IMPORTANT.—Valuable machinery is worth careful attention. A clean, well-cared for engine will always give better satisfaction than one which is kept in a dirty and neglected condition. The owner should therefore **insist** on the attendant keeping the engine in thorough working order, and on any adjustments or repairs being executed as soon as they are necessary; otherwise this instruction book is useless.

PISTON.—The piston should not be taken out unless cleaning is needed, say every six or eight weeks, or to replace a worn or broken piston ring. When it is taken out, scrape off any oil-crusts which may be found on the back of the piston. It is not necessary to remove any carbon deposit from the surface of the piston between the rings, as such deposit may have accommodated itself to any wear of either piston or liner, and have itself become part of the bearing surface. For a similar reason it is not always necessary to remove the piston rings when cleaning the piston. The rings must be quite free to move, but any carbon behind, or at the side of the rings, may remain there, providing it is not excessive. Any badly worn ring must be replaced by a new one. Only the big end of the connecting rod need be uncoupled to enable the piston to be drawn out, see Notes on Dismantling on pages 52 to 54. When replacing the piston, be careful that the steady pins in the grooves fit into the gaps of the rings, otherwise the rings may get broken when pushing the piston in. Thoroughly oil the whole of the surface of the piston. Never run the engine with a broken ring in the piston, as it would damage the liner. When wear of the piston rings occurs, replace the back ring only at first. Do not replace more than one worn ring at one time. When the piston is out the condition of the combustion chamber and cylinder may be inspected and the surfaces cleaned quickly at any time by removing the admission valve to let in light.

COMBUSTION CHAMBER.—This should be examined and, if necessary, cleaned every three months, but more often if viscous dirty oils are used. To clean out the combustion chamber, remove the admission valve block and the piston. Particular care should be taken to remove any carbon which may have become deposited around the hole through which the sprayer nozzle protrudes, and also from the slight working clearance space between back end of the cylinder liner and the back of the piston when the crank is on the inner dead centre. A pocket flash light is very useful.

IGNITION TUBE.—(Sizes O & OE 115 to O & OE 123). When the engine is started by means of a lamp it is sometimes found that the tube has become blocked up with carbon, thus making starting difficult. The tube must therefore be taken out occasionally and cleaned.

ADMISSION AND EXHAUST VALVES.—These should be examined monthly, and, if necessary, ground in on their seatings, see Notes on Dismantling on pages 52 to 54. Special care should be given to the grinding in of the exhaust valve. If the engine is worked when the valves are leaking, the heat and speed of gases escaping at the leak will very soon eat the metal away and thus necessitate new valves. To "grind in" the valves—This is done by oiling the face of the valve and sprinkling thereon some emery powder. (*Carborundum must not be used to "grind in" valves*). Then screw the grinding handle, provided, into the valve and secure it with the lock nut. Twist the valve on its seat, exerting a little pressure whilst doing so, lifting occasionally and turning it round to a different position on the seating. Withdraw the valve, clean it and the seating in the cylinder, thoroughly, and then replace it, and revolve it lightly on its seat a few times. Withdraw it once more, and see if both valve and seating have a bright, unbroken line all round; if not repeat the grinding operation until this is obtained. Most sizes have the exhaust valve made in cast iron, which is the best material for the purpose. This valve must be handled carefully when taken out to prevent breakage.

EXHAUST PIPES AND EXHAUST SILENCER.—If the engine has been run for long periods with the fuel injection timed too late, or with very viscous oil, or with the sprayer or control valve out of order, the exhaust pipes and silencer should be periodically examined, and if necessary cleared of any carbon deposits.

RE-SETTING VALVE TIMINGS.—If, owing to wear, it is necessary to reset the opening and closing of the valves, proceed as follows:—

Turn flywheel to the commencement of the suction stroke, that is, when the piston is as far in the cylinder as is possible, the crank and connecting rod being horizontal. Then turn the flywheel until crank is 30 deg. above the horizontal centre, as shown on diagram Fig. 5, page 11, when the exhaust roller should just be leaving the exhaust cam, and it is *just* possible to revolve the roller, while at the same time it is touching the cam. Then turn the flywheel further round until it is 30 degrees past the **outer** centre as shown on same diagram, when the air valve should just have closed, the roller just touching the cam as described above, but will revolve when the lever is pressed slightly against the valve spindle pusher head.

Continue turning the flywheel until the crank is from 22 degrees to 30 degrees *below* the horizontal **inner** centre, which is approximately when the fuel oil injection commences. (The exact point varies with different sizes of engines and also with different qualities of Fuel Oils).

Turn flywheel further round now on the **power** stroke until the crank web is 60 degrees before the **outer** horizontal centre as shown on the diagram, when the exhaust roller should just press against the commencement of the rise on the exhaust cam.

Rotate the flywheel round still further and when the crank reaches a position of 30 degrees under the **inner** centre on the **exhaust** stroke, the air valve should just commence to open, the roller touching the rise on the air admission cam as described above.

BREECH END CYLINDER STUDS.—The nuts of these studs, for attaching the breech end to the bedframe, must be tightly screwed up from time to time (especially when the engine is first started). On the O, or OE 122 and larger sizes, access to two of them is only possible when the admission valve block is removed. The special box spanner provided can then be passed through into the space over the combustion chamber and the nuts securely tightened.

CRANKSHAFT BEARINGS.—When adjusting the bearings, each half must be screwed up metal to metal, the requisite clearance being obtained by scraping the inside of the bearings just sufficiently to allow the engines to run without "knock" or heating up. On no account is the clearance to be obtained by adjusting the nuts. The filing and bedding down of bearing brasses should only be entrusted to a skilled mechanic.

HOT BEARINGS.—Should any bearings show signs of over-heating when touched by the hand whilst working, the most likely cause is that either the quantity of lubricating oil is deficient or that the quality of oil is unsuitable (see notes on Lubricating Oil on page 39). The oiling rings on the crankshaft and sideshaft should be examined to see that they are perfectly clean and rotating properly. If there is dirt or water in the oil wells or lubricators, or if the oil is of an inferior quality, there will in some cases be a tendency for a gummy substance to form and adhere to the oiling ring or to the inside of the supply pipe to the centrifugal lubricator for the crank pin, and so prevent an adequate quantity of oil being carried to and distributed over the bearings. Should the cause of any over-heating of bearings not be ascertained quickly, *the engine must be stopped immediately*, to avoid scoring of the bearings or perhaps even more serious damage resulting. Should any bearing, after having been over-heated, be found difficult to run cool again, it is recommended that it is lubricated with castor oil for some hours. Heating of main and out-end bearings is sometimes an indication of the bearings *being out of line*, possibly through incorrect alignment when erecting, or subsequent subsidence of the engine foundation. This must have immediate attention and be overhauled by a skilled erector. See "method of testing," page 49.

CONNECTING ROD BEARINGS.—**Large End.**—Frequent attention should be given the lubrication of this important part of the engine, which must be well supplied with oil. The pipe which conveys the oil from the lubricator to the crank pin must not be allowed to touch the revolving parts. An oil cup is provided on the connecting rod end to prime the bearing with oil before starting. Any "knock" must be taken up as soon as it becomes apparent. No engine should be allowed to run with a perceptible knock in the connecting rod bearings, as a severe strain is put upon the bolts and may cause breakage. *This is a most important matter and must on no account be neglected.* The breaking of a connecting rod bolt when the engine is at work may lead to a very serious if not dangerous accident. It is very important to remember that when the clearance in the large end bearings is being reduced the requisite clearance must be left between the crank pin and the bearing, but **NO** clearance must be left between the two half bearings, and the nuts must be tightly screwed up, locked, and fixed by the locking screw. On no account is the clearance to be obtained by adjusting the nuts of the connecting rod bolts. A split pin is placed immediately behind the nut on the bolts. As the adjustment is taken up one or more thin washers must be placed between the face of the nuts and the split pin. **Small End.**—The bearing on the small end of the connecting rod must also be adjusted from time to time, and in exactly the same manner as described above. The clearance must be between the piston pin and the bearings, when the adjusting screw is screwed tightly up to the bearings and securely locked with the lock nut.

CONNECTING ROD BOLTS.—Some insurance companies advise their clients to replace the connecting rod bolts with new ones after 10,000 hours running, say every three or four years. This is to prevent any possibility of breakage, in case, at any time they may have been working in a loose condition, or with a piston that may have seized in the liner, due possibly to lack of lubricating oil, or excessively hot water in the jacket. This renewal of bolts is a **very wise precaution**. Furthermore the bolts may have become twisted or lengthened due to injudicious tightening up, when replacing after overhauling. The bolts must be tightened up equally. Accidents have been known to occur owing to one bolt being loosely adjusted, the other taking the greater part of the strain. Keep the bolts polished, a crack can then be seen at its early stage.

It is very necessary to examine the bolts carefully from time to time, as shewn in the engine room log sheet, see page 8, to see if any flaw can be detected. In recent engines we have marked each bolt with a line running along the whole length, as illustrated.

Place a straight-edge or steel rule along this line and examine very carefully to see that no twist has taken place. Another method which is more accurate, is to place the bolt in vee-blocks and try the line with a scribing block. In addition to this a small centre-punch mark has been made at "B." In the adjoining table we give the correct dimension from under the head of the bolt to "B." for each size of engine.

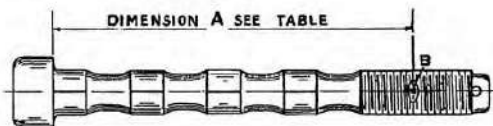


Fig. 41. CONNECTING ROD BOLT.

This must be measured carefully when the rod is dismantled for the first time, and upon each subsequent occasion the length must be checked to see that no undue elongation has taken place. We also give the maximum permissible twist and elongation for each size of bolt. *When either of these has been reached in either or both cases the bolts must be rejected and new ones fitted.*

SIZE ENGINE.	DIMENSION A.		MAXIMUM EXTENSION.		MAXIMUM TWIST.	
	Inches.	m/m	Inches.	m/m	Inches.	m/m
115/116	7	178	.014	.355	$\frac{1}{16}$	1.5
117/118	$6\frac{1}{2}$	165	.014	.355	$\frac{1}{16}$	1.5
120	$7\frac{3}{4}$	197	.015	.380	$\frac{1}{16}$	1.5
122	9	229	.018	.456	$\frac{1}{16}$	1.5
123	$10\frac{1}{4}$	260	.020	.507	$\frac{1}{8}$	3.0
126	$12\frac{1}{2}$	317	.025	.634	$\frac{1}{8}$	3.0
128	$13\frac{1}{2}$	343	.027	.685	$\frac{1}{4}$	3.0

SPECIAL NOTE.—Our connecting rod bolts *must not be annealed*, as they are made from a special steel and undergo a special form of heat treatment, known as "oil toughening," to ensure the best possible condition of the material in the way of the greatest strength combined with the greatest ductility. *Therefore when replacing the bolts with new ones be sure to order them from us so as to be absolutely sure of both the special material and the special heat treatment being properly carried out.* Should a piston at any time seize in the liner, great strain is thrown on the connecting rod bolts owing to the stored energy in the flywheel. Consequently the engine should never be run after such a seizure until new connecting rod bolts have been fitted, since the old bolts will be sure to have been over-strained, and therefore be dangerous to use.

GOVERNOR WHEELS AND SIDESHAFT WHEELS.—To reduce wear and ensure quiet running of these wheels we recommend that a mixture of oil and graphite is used in the oil bath in the proportion of about ten parts of oil to one of graphite.

OIL PUMP.—Particular attention must be paid to the packing of the stuffing box round the oil pump plunger. We now supply a special packing for this purpose (later engines are fitted with it when sent out from the works). We strongly recommend its use in all cases, and by using a gland ring and new type gland as illustrated below, existing oil pumps can be adapted to take the new packing.

After cleaning or when repacking is necessary, first place the metal gland ring in position and behind this two special cup packing rings. See that these are put in the right way up. Put in the gland and screw the gland nut down so as to press lightly on the rings to prevent them moving when the plunger is working.

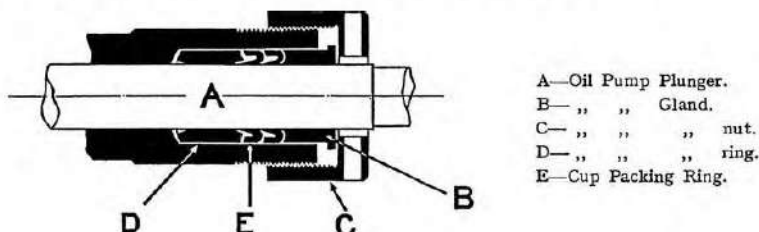


Fig. 42. OIL PUMP GLAND PACKING.

Wash the pump valves, plugs, and pump body in clean paraffin thoroughly before assembling. The pump valves seldom require grinding in, but when done *grind as little as possible*. When the seats are satisfactory examine the lift of each valve, this must be $\frac{1}{32}$ in. (about 0.8 m/m). The most important valve is the delivery valve nearest the sprayer. The satisfactory working of the engine depends to a large extent on this valve.

The lift of the valves can be corrected by adjusting the thickness of the copper washers under the plugs.

Carborundum must not be used for grinding valves, each valve must be returned to its own seat after examination, and not interchanged with another valve. Therefore attend to one valve at a time, and do not let the valves become mixed.

OIL SPRAYER.—(See Figs. 43 and 43A below, and Fig. 20, 20A and 20B on page 18). After the engine has been tested at our works the sprayer (and also the oil pump and control valve) is thoroughly charged with lubricating oil. If, as may very occasionally be the case with engines shipped abroad, any parts such as the nozzle and spindle are rusted, they must be withdrawn from the body and cleaned in paraffin to remove all rust and dirt. On no account should emery powder or cloth, or carborundum be used. The valve must be rubbed on its seat with oil only. The lift of the sprayer spindle will usually be found not to exceed $\frac{1}{32}$ in. to $\frac{1}{16}$ in. (1 to 2 m/m); a gauge is provided to adjust this lift. See note 1 below. *In any case neither this lift nor the compression of the spring must be altered from the condition as received with the engine without good cause, because both are set when the engine is undergoing its test at our works.* If, after a long period of running, the lift of the sprayer spindle increases, it may be reset to the original lift, as described in Note 1 following. See letter U on illustration Fig. 20, on page 18.

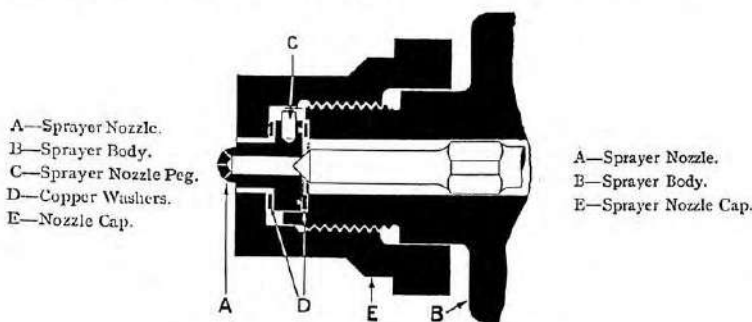


Fig. 43. SPRAYER NOZZLE AND CAP. (Original Type).

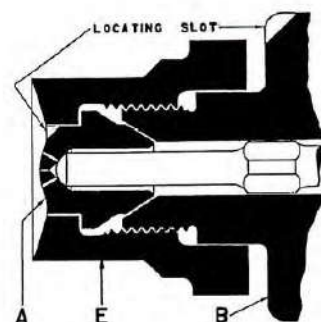


Fig. 43A. SPRAYER NOZZLE AND CAP. (Improved Type).

For keeping the sprayer in good order the following notes must be carefully observed :—

(1) **Sprayer Gauges.**—To measure the lift of the spindle accurately, the crossbar should be put into position on the studs with the spring removed but the valve spindle in place. Take the little plate gauge C, Fig. 45, which will be found hanging by a chain to the sprayer and insert the end C between the end of the sprayer valve collar H, Fig. 20, and the end of the stud L in the crossbar. Then adjust and lock the stud firmly in the crossbar in such a position that the end C of the plate gauge, furthest from the chain, will just enter freely between them. It should be understood that this gauge is provided to record the previous conditions of the sprayer when the engine was tested. It is just possible that some slight modification to these gauge conditions may be advisable to suit local conditions, such as the quality of the fuel oil used, etc., but we do not usually recommend any change, and in any case any modifications should be very slight.

(2) Particular attention must be paid to the periodical cleaning of the sprayer and its oil strainer. Withdraw the plug P (see illustration on page 18) daily for three or four days when the engine is first put to work and wash off all dirt or fluff. After this period it should be cleaned out weekly or monthly as the attendant may find sufficient, bearing in mind that it is impossible for the engine to run well and economically if the engine is in a dirty condition. If, therefore, the fuel oil is unusually dirty or the strainers on the oil tank or in the oil heater are allowed to become broken and inefficient, the sprayer, and the strainer on the sprayer, may have to be cleaned more frequently.

(3) The packing of the sprayer gland must always receive careful attention. In the original type sprayers this was done with soft packing. An improved type of packing has, however, now been adopted, which consists of special cup packing rings, see Fig. 44. We strongly recommend this new type packing, and by using a gland ring and new type gland, as illustrated, existing sprayers can be converted to its use.

After cleaning, or when re-packing is necessary, having removed the spring bar and spring, first place the metal gland ring in position, and behind this one special cup packing ring in the direction shown. See that this is put in the right way up. Screw in the gland nut so as to press lightly on the packing ring to prevent it moving when the sprayer valve works. When this has been properly done, put the spring and crossbar in position, and tighten up the nuts. There must always be clearance between the gland nut and the spring washer, otherwise the sprayer valve spindle will not be able to reach its seating and, in consequence, will not work satisfactorily. (In the more lately constructed engines a little locking device is added to prevent this sprayer gland nut slacking back). When the engine is working, the sprayer valve should work very freely and very quickly, in fact so quickly that its motion can hardly be seen, and the gland should be so adjusted that the fuel may leak past very slowly, say one or two drops per hour. This ensures efficient lubrication. If it does not work very quickly the gland nut should be unscrewed a little, say, a quarter of a turn. On the other hand it should be kept screwed up as much as possible, providing the valve works very quickly, otherwise there will be a tendency for too much oil to leak past the packing. When the spring is removed it should be possible to move the spindle without difficulty when held between the thumb and forefinger.

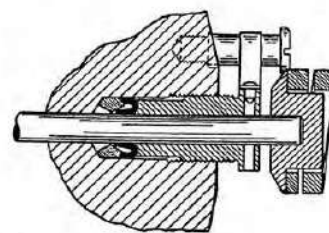


Fig. 44. SPRAYER GLAND PACKING.

(4) When cleaning the sprayer body and its nozzle and spindle (either in the first instance or after running), they should be carefully washed in paraffin, and the small holes in the end of the nozzle cleaned out carefully with a fine wire. Under no consideration must these holes be enlarged, as their size is of great importance. A hole is drilled in the plate gauge referred to in Note 1 above (see Fig. 45). In some cases two holes are drilled therein, to correspond to two sizes of holes drilled in the nozzle. In this case and unless a special separate instruction is issued to the contrary, the centre hole in the sprayer should be the same size as the smaller hole in the plate gauge, and the outer holes in the sprayer should be the same size as the larger hole. A small wire or wires A will be found attached to the chain F, carrying the plate gauge. This is a wire gauge and will be found to just pass into the hole or holes in the plate and the holes in the sprayer nozzle. If the holes in the sprayer nozzle are appreciably larger than the holes in the plate gauge (which can easily be ascertained by trying the wire gauge in both the plate and the nozzle) the nozzle should be changed for a new one. Small reamers for cleaning out the sprayer holes will be found in the little brass tube E attached to the chain. They must be used very carefully so as not to do more than clean any carbon out of the holes. The holes must not be made larger than the holes in the plate gauge and for this reason the reamers must only be used with one's fingers and not with any form of holder.

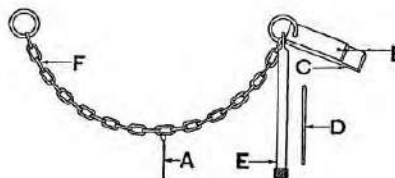


Fig. 45. SPRAYER GAUGES AND CHAIN.

(5) **Original Type Sprayer Nozzle.**—The sprayer nozzle A, Fig. 43, page 43, should not be removed from the sprayer body unless really necessary, and it is then absolutely essential that it should be replaced in the body again, when assembling, in exactly the same position as before its removal. The locating pin C in the side of the nozzle is inserted in the slot cut in the sprayer body to ensure the correct disposition of the small holes for forming the spray.

As it is **extremely important** that the accurate alignment of the sprayer spindle and the valve seating in the nozzle is preserved, it is **absolutely necessary** for the attendant to re-assemble the parts, after examination and cleaning, in the following stages (See Fig. 43) :—

- (a) Place the two copper washers D on either side of the nozzle flange as shown, and place the nozzle A in the recess at the end of the sprayer body, with its locating pin C in the slot.
- (b) Screw the nozzle cap E on to the body, just far enough to keep the locating pin in the slot, but not far enough to tighten it down on the nozzle, which latter must be just free to move.
- (c) Put the valve spindle, gland, spring bar, and spring in position. The load on the spring, due to the tightening up of the nuts on the studs will then locate the nozzle centrally on the spindle seating.
- (d) Then further screw down the nozzle cap, to make the joint secure between the two faces and the copper washer—see notes below, under “Testing the Sprayer” and “Copper Washers.”

IMPROVED TYPE SPRAYER NOZZLE.—Later engines are fitted with an improved type sprayer nozzle, see Fig. 43A. The joint between the nozzle and the body is a metal to metal one, in the form of a cone seating, the surfaces of which have been lightly ground together.

It is extremely important that the accurate alignment of the sprayer spindle, and the valve seating in the nozzle is preserved. The following instructions must be carefully observed :—

- (e) Should a new nozzle be fitted at any time, it should only be lightly ground in on the coned seating with very fine emery knife powder (not carborundum), and then finished off with white or red lead powder and oil. When grinding in, do it by hand only and use no tools.
- (f) Use only the special tool provided for screwing the nozzle cap into place. Do not use much force.
- (g) When placing the nozzle in the body, see that the “locating slot” in same is in line with the slot in the sprayer body. Check this again when the nut has been tightened.

IMPORTANT.—The various parts of the sprayer **must** be always perfectly free from grit and dirt when being replaced. If the sprayer is not kept perfectly clean, imperfect spraying, bad combustion, and even burst fuel pipes will result. Furthermore, if the sprayer is out of order it may dribble and cause carbonisation and high fuel consumption, and the oil run down the wall of the combustion chamber and carbonise the exhaust valve seat.

TESTING THE SPRAYER.—After cleaning or re-assembling the sprayer, or if at any time the engine is lacking in power, or if the exhaust gas is dirty and the consumption of fuel high, remove the sprayer and test it as follows to see if the cause can be ascertained :—Secure the sprayer to the delivery pipe with the nozzle pointing into the open air away from the engine. Raise the governor lever on to the starting prop, as for starting, so that the control valve cuts out at each stroke of the oil pump handle, to prevent sprayer dribbling. Work the pump and see that there is no air in it or in the pipes. The joints of the suction pipe, strainer, cock and oil heater are very important and must not allow air to leak in. Any doubtful joint must be re-made. On later type engines a release screw is provided on the oil pump, which, when opened, shews that the fuel oil is passing freely through the pump. See notes on “Oil Tanks and Pipes,” page 47. If testing with heavy, viscous oils, it will be necessary to somewhat heat the pump, pipes, sprayer and strainer to ensure satisfactory spraying. This is not necessary, however, with refined and less viscous oils. Work the pump by means of the handle with very sharp movements until it feels quite “solid.” When there is no air in the pipes or sprayer, each charge of oil should be ejected in a fine spray which cuts off promptly, at the end of each stroke, when the control valve opens.

If there is any dribbling it is a sign that either the sprayer valve or the nozzle requires attention.

Examine the following parts and correct the defect as found necessary :—

Original Type Nozzle.

- (a) See that the copper washer D between the nozzle and the sprayer body is sound, uniform in thickness, and annealed as described under “Copper Washers” page 46. If this does not make a perfect joint the fuel oil leaks past this joint and finds its way out between the nozzle A and the nozzle cap E.
- (b) See that the sprayer valve is seating correctly in the sprayer nozzle, for, if not, the fuel oil will dribble through the spraying holes in the nozzle.

To remedy this remove the cap and the nozzle and examine the width of the valve seating on the nozzle. This should be $\frac{5}{32}$ in. diameter and should never exceed $\frac{3}{16}$ in. maximum, and if this size is not exceeded, and if the hole through the seating is $\frac{1}{16}$ in. diameter, the nozzle may be considered as satisfactory, providing the seating all round is in good condition with no indentations in it caused by foreign matter in the oil. If, as a result of long working, the $\frac{1}{16}$ in. hole in the nozzle seat has become somewhat hammered over by the sprayer valve spindle and become reduced in size, it must be carefully opened out to its correct size of $\frac{1}{16}$ in. If the seating on the nozzle has increased in size until it is a full $\frac{3}{16}$ in. diameter it must be reduced again (until it nearly disappears) by rubbing the face of the nozzle evenly on a perfectly flat Carborundum stone, but the thickness of the flange on the nozzle must **never** be reduced to less than $\frac{5}{32}$ in. Then examine the seating on the end of the sprayer valve spindle, and if not in good order use a new one. The parts must then be re-assembled together **exactly** as described in paragraphs a, b, c, d, above, and the sprayer tested again to see if the dribbling has stopped.

46 MAINTENANCE (including Adjustments, Cleaning and Repairs).

CROSSLEY OIL ENGINES.

Improved Type Nozzle.

- (c) See that the coned seating of the nozzle **A** and the sprayer body **B** (Fig. 43A) has not been damaged when dismantling. If it has the fuel oil may leak past the joint and find its way out between the nozzle and the nozzle cap **D**. See notes above respecting renewal and grinding in the nozzle.
- (d) It is not intended that the seating **C** shall be a seating over the whole of the cone, but only at the edge shown at **C**, and not wide enough to reach to the edge of the sprayholes. All the parts must be thoroughly cleaned out and freed from powder. Do not allow any powder to get up the sprayer spindle guide, therefore, never remove the spindle from the sprayer body when grinding-in, until the nozzle has first been removed and all the powder cleaned away. Carbon tends to fill up the space between the sprayer nozzle and the nozzle cap. When taking the nozzle out any such carbon must be scraped off the outside of the nozzle and from the inside of the cap before replacing either of them in position. Absolute cleanliness is necessary with all parts of the sprayer when putting them together.
- (e) **Sprayer Valve Spindle Gland.**—The sprayer valve may not be working sufficiently freely in the gland. This should be examined for rust or corrosion. If in very bad condition renew both valve spindle and packing, see notes above.

NOTE —Do not tighten the gland so as to cause the spindle to stick.

Of the items mentioned above, it should not be necessary to attend to those under *a* to *c* with a new engine which has only been running a short time, nor to *d* and *e* unless some foreign matter has got into the oil, or the spindle has been allowed to become rusty.

Make sure first, therefore, that the fault does not lie elsewhere.

When testing the sprayer, wipe the nozzle clean after each ejection, so as not to confuse any dribble caused by items *a*, *b*, or *c* with that from items *d* and *e*.

After re-making the sprayer nozzle joint any slight dribble from the spray holes will often be found to disappear after two or three days running owing to the sprayer valve spindle and the sprayer nozzle seat automatically making an oil tight-seating themselves.

COPPER WASHERS.—All joints, which have to withstand the oil pressure produced by the fuel pump, are made with softened copper washers. When any joint requires to be re-made the copper washer must either be a new soft one or, if the old washer is used, must first be re-softened. This may be done by heating the washer to a red heat in a gas jet or in a flame from a blow lamp and then immediately plunging into water. No old washer should be used if it has become very thin or distorted. This is particularly important in the case of the washer **D** under the sprayer nozzle as shown in Fig. 43.

CONTROL VALVE.—See Figs. 22 and 23, page 10. It is very necessary for this valve to work freely. It should also be quite clean, especially the valve seat, as if the valve does not return to its seat promptly, oil will leak past the seating instead of being delivered through the sprayer, and there will be a consequent loss of power.

It is a simple matter to test the control valve for leakage. Prop the governor lever up in such a position that the thinnest part of the wedge comes opposite the control valve spindle. Then close the relief valve on the sprayer and pump quickly by hand without moving the pump far enough to open the control valve. If any oil is seen to pass into the tundish, from the pipe leading from the control valve to the tundish, it is a sign that the control valve is leaking and must be attended to.

The glands **C** and **G** at each end of the valve must be neatly packed, with soft "Palmetto," packing and not adjusted too tightly. Place one of the separate packing coils in the stuffing box, wrapping it loosely round the spindle. Press each coil down into place, taking care that each coil is home before another is pressed hard behind it. Whilst doing this, work the valve spindle up and down and round and round, to see that it is quite free. If a leaky seating is suspected, the spindle may be slightly ground in. As little grinding as possible should be done.

CONTROL VALVE OPERATING MECHANISM.—If for any reason it has been necessary to use a new pecker bolt, or if the pecker bolt should become bent, it is most important that position of the set screw should be correctly fixed and pinned, when the roller on the oil pump lever is quite clear of the cam. The thicker portion **T** and **Y** of the governor wedge should be only just able to pass freely between the end of the set screw on the pecker bolt and the end of the control valve spindle. This means that the clearance is only $\frac{1}{160}$ of an inch.

The relative position of the governor weights and sleeve to the governor wedge, can be adjusted by means of the nuts on the governor hanging rod. The length of this rod, however, is correctly set at these works when the engine is put through its trials, and it should not be altered without good reason.

DOUBLE PLUNGER LUBRICATOR.—Fig. 38. To remove springs, or examine plunger barrels, withdraw the fulcrum pin of the cranked lever, when the plunger may be taken out. **Delivery Valves and Seats.**—These may be examined by first removing the sight feed lubricators and the union plugs of the delivery pipes, and then tilting the pump body until the ball valves roll out. To Renew a Glass for the Sight Feed Lubricators unscrew the milled cap at the top of the needle valve stem until the valve can be withdrawn. Then unscrew the milled and hexagon locknuts underneath this cap, together with the top brass cover of the glass, and the glass itself can be then lifted out.

Access to the small ball valve in the shank of the sight feed lubricator is obtained by removing the screwed plug in the bottom of the shank by means of a screw driver.

CROSSLEY OIL ENGINES.

MAINTENANCE (including Adjustments, Cleaning and Repairs).

CENTRAL MECHANICAL LUBRICATOR.

Lubricators.—Use of Air-Vent on Multiple Lubricator (O and OE 123-128). Should the lubricator be accidentally allowed to empty, possibly admitting air to the pump, the air-vent M should be again used in the manner described on page 29, see Fig. 39. To clear or renew a Sight Feed Glass.—Uncouple the union nut R and remove the guide S; slack off the milled nut T and run the milled nut Y down to its bottom position on the shank W. The shank then be lifted and the glass removed. To Re-Fill a Sight Feed Glass uncouple the union nut R, and remove the guide wire S; see that the sight feed glass L, and the shank W, are thoroughly free from oil on the inside. Then fill it with the saturated solution of salt to the top of W, and replace the guide wire S. NOTE.—The salt keeps the glass and clear and also prevents freezing when the lubricators are in an exposed position, or when the engine room temperature below freezing point. **Plunger Packing Gland.**—A spanner is provided to tighten up the plunger packings. The plunger B should be put on its extreme outward position and the parts P and N slacked back, to allow a spanner to be used on the hexagon packing screw. The lubricators are sent out with this packing properly adjusted and this should require attention for a considerable time. Do not screw up too tightly. **Inspection of Suction Valves.**—Remove the milled cap Y and unscrew the suction cage Z by means of the spanner. The suction valves are then accessible for examination. Screw the cage Z up tightly after replacing. **Inspection of Delivery Valves.**—After removing the sight feed glasses, as explained above, the nozzle A may be unscrewed to enable the delivery valves to be accessible. In event of a lubricator not feeding open the air-vent M and see that oil comes out when flushing by means of the firing. If the lubricator still does not feed, unscrew the suction cap Y and cage Z, clean the suction valves D and E, set the cage Y home tightly, and the lubricator should then feed properly.

OIL TANKS, PIPES, STRAINERS AND HEATER.

IMPORTANT.—All fuel joints must be very carefully made, as any air allowed to leak in, will result in irregular working of the pump and sprayer (see remarks under "Testing Sprayer," on page 45). The attendant must see that the wire gauze filters in both fuel tank and heater are securely fastened and are free from any holes or rents. Should either become torn by accident it must be immediately replaced as it is most important that every particle of fuel passes through all the strainers before reaching the sprayer. Clean any sediment from the gauze very carefully each month. Drain the water out of the bottom of both the oil tank and oil heater daily or weekly as may be found advisable, means of the drain plugs or cocks provided for the purpose. Clean the oil heater out thoroughly every two or three months. After longer periods, according to the kind of oil used, the number of hours worked, and other local conditions, the tank, pipes and oil heater should be carefully dismantled, and thoroughly washed out with paraffin to remove slush, fluff, grit and water. The wire gauze in the strainers, if at all defective, must be replaced. Every possible measure must be taken when re-assembling the parts to ensure perfect air-tight joints between the tank and the oil pump.

FLYWHEEL KEYS.—It is important that the flywheel keys be driven up tight and kept tight. A slack key not attended to, will ultimately cause the breakage of either the flywheel or the crankshaft. Do not pack up a slack key with liners, as it is quite impossible to make a satisfactory job by so doing. A new key must be fitted, and fitted most carefully.

DUST AND DIRT.—Protect both the engine and its air supply as far as possible from all dust and dirt which may cause rapid wear of both cylinder and bearings; also great care should be taken that the air supply is not drawn from a heated or impure source, which would reduce the power. The oil groove round the bed is provided to catch any stray drops of oil and prevent them getting on to and thereby rotting the concrete foundation. This oil groove should be cleaned out each day.

POLISHING.—Do not use emery cloth. Some form of powder is better and gives a better finish.

COMPRESSED AIR RECEIVERS, STOP VALVES, ETC.

All joints, valve seats, valves and pipes must be maintained in perfect order. Each receiver is tested under hydraulic pressure to 450 lbs. per sq. in. After the stop valve and fittings are attached, each receiver is tested with compressed air to 250 lbs. per sq. in. A loss of pressure of say 20 lbs. per square inch may be expected, owing to the cooling of the air. This is natural and cannot be avoided. If the pressure decreases to any material extent after some hours, the receiver, etc., should be carefully examined. When a leakage has been located, it should be immediately rectified. Only skilled mechanics should be entrusted with the work of remedying any leakage of air. Any leakage from rivetted joints caused by mishandling in transit can only be remedied by caulking up the seams.

LEAKAGE.—A simple and effective method of detecting leakage is to pour a little thin lubricating oil over a suspected joint. If any joint is faulty air bubbles will be clearly visible rising through the oil.

VALVE SEATINGS.—All valve seatings must be kept carefully ground in. Coarse emery or carborundum must not be used. In all cases the grinding in must be finished off with fine rotten stone powder, or fine crocus powder so as to remove any scratches made by the fine emery powder and leave a perfectly smooth surface.

COPPER WASHERS.—When joints are made with solid copper washers all parts must be clean. Before any joint is made the copper washer must be annealed by heating it to red heat in a flame and immediately plunging it into water.

INSIDE OF PIPES.—Scale or dirt from inside of pipes are sometimes a source of trouble, as loose bits of scale or dirt may get between the valve seatings and damage them. To prevent this the best plan is to thoroughly hammer the pipes before erection to dislodge any scale and to then paint them carefully inside to prevent rusting or further scale being formed.

48 MAINTENANCE (including Adjustments, Cleaning and Repairs).

CROSSLEY OIL ENGINES.

INSIDE OF RECEIVER.—Scale or dirt from the inside of the receiver can also be a source of trouble and if such scale or dirt is found and cannot be traced to any other source, it may be advisable (if the trouble is persistent) for the pipes to be disconnected, a gallon of lead paint poured inside, and the receiver rolled slowly backwards and forwards two or three turns to ensure the whole shell being coated and the surplus paint then being drained out.

The care of joints which can possibly cause loss of air pressure by leakage in the compressed air system.

JOINT.	REMEDY TO PREVENT LEAKAGE ON SIZES "115" AND "117" ENGINES.
1. Stop Valve to Receiver	Anneal the copper washer as described above and re-make the joint carefully.
2. Stop Valve Spindle and its Seating.	Leakage may be detected when the receiver is charged and the stop valve closed by uncoupling the pipe and applying a light to the outlet passage. If leakage is found, grind the spindle in carefully after slacking back the nut on the end of the spindle and keeping the plug in place round the spindle to serve as a guide.
3. Receiver Drain Plug.	Anneal the copper washers as described above and re-make the joint carefully.
4. Gauge to Valve.	Anneal the copper washers and re-make joint carefully.
5. Pipe Joints between Stop Valve and Engine.	These are only affected when the receiver is being charged. Test with lubricating oil as described above, and re-make any faulty joints with red or white lead paste.

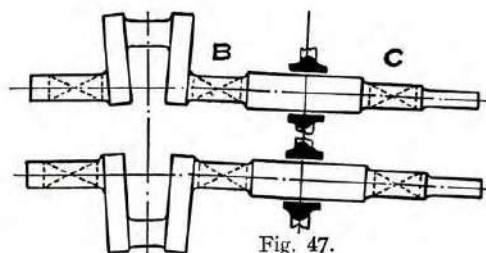
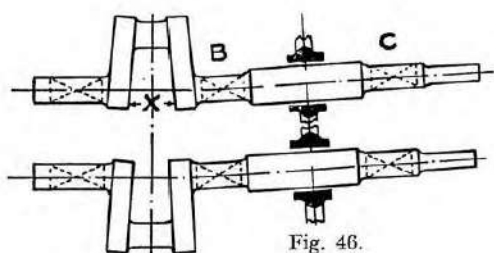
JOINT.	REMEDY TO PREVENT LEAKAGE ON SIZES "120" TO "128" ENGINES.
6. Between Stop Valve Body and Receiver.	If copper washer used anneal it and re-make joint carefully. Screw all nuts up equally. This joint is now made with special flexible packing.
7. Receiver Drain Plug.	Anneal the copper washers as described above and re-make joint carefully.
8. Between Stop Valve and its seating.	If this leaks, air escapes past the spindle and is detected by pouring lubricating oil on the joints and on the spindle when the compressor has not been working, for say half an hour. If escape continues take valve out and carefully ease any bright places with fine emery cloth.
9. Pressure Gauge and Plug. Also Plug and Stop Valve.	Anneal the copper washers and re-make joint carefully as described above.
10. Relief Valve to Stop Valve. Also Valve seating.	Relief valve is only used when specially asked for. Anneal the copper washers and re-make joint carefully. If the valve seating leaks grind in carefully as described above.
11. Between the automatic valve and its seating.	After coupling up stop valve to receiver, when engine is being erected, grind the automatic valve on its seat very lightly with fine rotten stone powder or fine crocus powder (not emery or carborundum). This ensures a perfect seating being made in case the stop valve should have been slightly distorted after detaching and re-bolting it to the receiver. Test this by dis-connecting the pipe to the compressor and holding a light in the passage under the valve. If flame is blown downwards there is leakage. In this case empty receiver on first opportunity and remove plug over valve. Grind in the valve whilst the stop valve body is coupled to the receiver and after the nuts used for this purpose have been finally tightened up.
12. Pipe joints between Compressor, Stop Valve and Engine.	These are only affected when the receiver is being charged or engine is being started. Test with lubricating oil and re-make faulty joints with red or white lead paste.
13. When opening the stop valve to start the engine unscrew the hand wheel as far as it will go. This brings the head of the valve up against the spindle guide and forms a seating.	
14. Before starting for the first time, or when dirt is suspected in the piping, raise the pressure in the receiver to about 20 lbs. Then disconnect the air pipe at the starter valve on the cylinder. When this is done open the stop valve on the receiver to blow out any scale or dirt in the pipe which might otherwise cause trouble on the valve seats. The air pipe between the compressor and the receiver should also be disconnected at the receiver and air blown through this pipe by means of compressor.	

DRAINCOCKS.—Drain cocks or plugs should be fitted at the lowest part of all pipes, including exhaust, water, and compressed air, and also at the bottom of the exhaust silencer and compressed air receiver.

Particular care must be taken to drain the compressed air receiver and exhaust silencer periodically.

REPAIRS.—When cleaning, the working parts should be carefully examined for any signs of wear or damage, and when considered necessary the parts should be replaced by new ones, or new parts ordered and kept in stock ready for use when further wear has taken place. This refers more particularly to such parts as the sprayer, oil pump, control valve, governor, connecting rod, large end bolts, etc. Generally speaking, more cleaning is necessary when working with viscous, crude, or residual oils and with tar oils, than when working with thin crude, semi-refined, or refined oils. The attendant must be guided by circumstances, after noting the suggestions in the foregoing chapters on "Working," "Maintenance," and particularly those on pages 38 to 40 on "Warnings."

CRANKSHAFT BEARINGS—TESTING ALIGNMENT.—On both single and double cylinder engines it is most important to maintain the main and out-end bearings perfectly in line. Heating of these bearings is frequently an indication that they are out of line, and should be attended to immediately. When checking the alignment, keep the bearing caps in position so as to obtain results under working conditions, and examine the crankshaft with an inside micrometer in the following manner :—



- (1) Measure the distance between the crankshaft webs, first with the crank pin in its *top* position, and second with the crank pin in its *bottom* position, see Fig. 46. In order to place the micrometer in the same position at each operation, mark the place in the middle of the web and about $\frac{1}{4}$ in. (7m/m) from the edge as at X, Fig. 46.
- (2) Take careful note of the difference, if any, between the measurements taken in the two positions, and if the distance is greater when the crank pin is at the top, than when it is at the bottom as shewn in Fig. 46, either the middle bearing B is too low, or the out-end bearing C is too high.
- (3) If however the distance between the webs is greater with the crank pin at the bottom, as shewn in Fig. 47, the out-end bearing C is too low.

The greatest permissible difference should not exceed three thousandths of an inch on Sizes 115 or 215, to five thousandths of an inch on Sizes 128 and 228. N.B.—The difference between the two positions has been purposely exaggerated in the illustrations.

If the difference exceeds these limits, we strongly recommend our clients to have a skilled man to correct the alignment.

SPARE PARTS.—IMPORTANT.

Do not run the risk of stopping the whole output of a factory for say a week, a day, or even an hour by keeping an insufficient supply of spare parts in stock—It would be a foolish policy. This is especially important in the case of engines at a distance from our works, and still more important in the case of engines shipped abroad (see page 62).

ENGINE ROOM LOG SHEET.—A suggested form of log sheet is given on page 8, but there are of course a number of other points, besides those mentioned there, to which regular attention must be given.

On page 50 we give in tabulated form, suggestions for dealing with any difficulties or troubles which may arise in the running or maintenance of the engine. On page 51 is an "Inspection Chart," which should be studied in conjunction with the log sheet. We cannot over-emphasize the importance of regular and methodical attention to each part of the engine.

TROUBLE CHART.

Read this in conjunction with this Instruction Book.

TROUBLE	POSSIBLE CAUSE	REMEDY	See Pages
ENGINE WILL NOT START.	Fuel turned off or insufficient supply	Examine source of supply	30, 47
	Water in fuel system	Drain off and prime afresh	6, 22, 47
	Air-lock in fuel system	Open relief valve and pump by hand, also open plug on oil pump suction	30 to 33, 36
	Spray holes choked, or leakage	See instructions	18, 43 to 45
	Fuel oil too viscous... ..	Prime with refined oil	9, 18, 30
	Insufficient starting oil in container	Supply deficiency	18, 32, 33, 40
	Insufficient pressure of compressed air for cold starting	Charge receiver	29, 33, 47, 48
	Ignition tube choked or not hot enough for lamp starting	Remove obstruction, or heat as required	29, 31, 32, 41
	Governor starting prop out of action	Put in position	19, 30, 32
	Similar to the first six above	Corresponding to above	
ENGINE STOPS SOON AFTER STARTING.	Compression pressure too low	Examine exhaust valve seat and spindle	41
ENGINE RACES.	Pecker clearance too great	Reduce amount. See instructions	21, 35, 46
	Dashpot piston stuck	Thin dashpot oil or use glycerine	35, 38
	Excess fuel in cylinder	Open relief valve, also exhaust valve	38
ENGINE HUNTS.	Incorrect adjustment of speeder spring	Alter tension to reduce speed	35, 40, 55
	Air-lock in fuel system	Dislodge air as above	30 to 33, 36
	Governor parts not free	Remove springs and locate cause	19, 35, 38
ENGINE WILL NOT CARRY LOAD.	Dirt in sprayer or leakage	See instructions	18, 35, 43, 44, 45
	Fuel oil too viscous... ..	Prime with refined oil	9, 18, 30, 37
	Pecker clearance too little	Increase according to instructions	35, 46
	Sprayer spindle tight	Remove and clean	44, 45
	Half compression in gear	Release the half compression cam	30, 31, 32
	Control valve leaking	Grind-in lightly	40, 46
	Unsuitable fuel oil or wrong temp.	Change the fuel or regulate heat	9, 40, 56, 57
	Exhaust pipe or box choked	Clean parts affected	41
	Air silencer choked	Remove obstruction	38
	Insufficient lubrication	Examine lubricating system	6, 27 to 30, 34, 38, 39
CARBON- ISATION OR BAD COM- BUSTION.	Dirt under fuel pump valves... ..	Clean and grind-in if necessary	43
	Leaky sprayer or control valve	See instructions	35, 40, 44 to 46
	Unsuitable fuel oil or lubricating oil	Change the oil. See instructions	9, 34, 39, 40
	Exhaust pipe choked or valve sticking	Dislodge any carbon and examine valve	56, 57
	Fuel heater or circulating water too cold	Regulate to give higher temperature	21, 32, 33, 35, 60
	Fuel heater too hot... ..	Regulate heat supply	21, 35
	Loss of compression	Examine exhaust valve seat and spindle	41
ENGINE KNOCKS.	Injection of fuel oil too late	Alter timing in extreme circumstances only	36, 54
	Sprayer spring too tight	Reduce compression of spring	44
	Circulating water too hot or scale formation	Increase water supply or remove scale as necessary	6, 30, 36, 39, 40
	Carbon on piston or breech end	Clean according to instructions	34, 41
	Engine overloaded	Reduce the load	35, 36
	Unsuitable fuel oil	Change the fuel. See specification	9
	Loose flywheel key or connecting rod bearings	Refit or renew as necessary	37, 42
	Gear wheels not deep enough in gear	Adjust with screw	37, 43
	Injection of fuel oil too early	Alter timing in extreme circumstances only	36, 54
	Failure of fuel supply	Replenish	30
ENGINE STOPS SUDDENLY.	Piston or connecting rod bearings overheated	Attend to lubrication and water circulation	28, 42
	Fuel too hot	Regulate heat supply	21, 35
	Fuel heater empty due to clogged strainer	Clean strainer and prime afresh	21, 35

SUGGESTED PERIODIC INSPECTION CHART.

Based on Engine working 50 hours per week.

PERIOD.	ITEM.	NATURE OF INSPECTION.	See Pages.
DAILY.	Engine house	Keep free from dirt, and have spare parts and tools handy	8, 41, 62
	Fuel oil	Maintain adequate supply	9, 40, 56
	Lubricating oil... ..	Maintain adequate supply of brand recommended	34, 39
	Fuel oil system	Stop any leaks and drain off any water	6, 17 to 22
	Lubricating oil system	Examine oil levels and see that all feeds are acting	6, 14, 15, 27 to 30, 34, 38, 47
	Bearings	Be satisfied that all run cool	6, 42
	Water supply	To be clean and not hard, so as to avoid deposit	6, 36, 40
	Refined oil container	Refill after starting if using heavy oil	18, 40
	Piston	Examine for clean running	15, 28, 34
	Stopping	Leave engine in condition for starting	33, 37
	Minor points	Give prompt attention to any that arise	8, 62
WEEKLY.	Pecker clearance	Verify amount as per instructions	35, 46
	Clearance between cams and rollers	Verify amount as per instructions	41
	All fuel or lubricating oil strainers	Clean free from any obstruction	18, 21, 22, 39
	Fuel oil tank	Drain off any water if heavy oil is used	22
	Control valve	Be sure that no leakage is occurring	19, 40, 46
	Compressed air receiver	Drain off any water	40, 48
	Ignition tube	Clean out if heavy oil is used	41
MONTHLY.	Sprayer	Take out and operate spray. See that it does not dribble	35, 44 to 46
	Heater and strainer	Clean out if heavy oil is used	21, 35
	Admission, exhaust, starting and air receiver valves	Remove and clean. Keep seatings in good condition	22 to 25, 41, 47, 53
	Cylinder and breech-end jacket	Examine for deposit if water supply is hard	13, 39, 40
	Fuel oil and lubricating oils	Keep plenty of each in stock	9, 34, 39, 40
EACH THREE MONTHS.	Piston, cylinder and combustion chamber	Remove piston, decarbonise and clean, including under rings	41, 52
	Cylinder and breech-end jacket	Remove any deposit	13, 39, 40
	Exhaust pipe and box	Scrape out any carbon	41
	Fuel Pump Valves	Verify lift and keep seating in good condition	43, 60
	Governor dashpot	Replenish oil in dashpot	35, 38
	Air silencer matting	Free this from obstruction	13, 38
HALF YEARLY.	Crankpit	Remove dirt and sediment	39, 62
	Main bearings	Examine for wear	42, 49
	Connecting rod bearings and bolts	Examine bearings for wear and bolts for distortion	42
	All keys and fastenings	See if secure throughout	37
YEARLY.	Spare parts	Examine and see if sufficient	61 to 76
	All working parts	Examine carefully all working parts	48, 49
		Replace any worn pins or bushes	48
ALL TIMES.		Overhaul engine generally	8, 39, 49
	Spare parts and lubricating oils	Stock a good supply, especially if abroad, including spare sprayer	61 to 76

DISMANTLING.

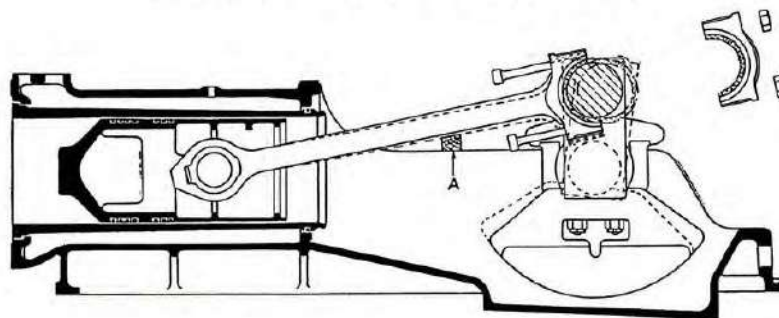


Fig. 48.

TO WITHDRAW A PISTON of the larger sizes of engines :—

- (1) Place the crank in the vertical position with the balance weights underneath as shewn in Fig. 48.
- (2) Place a piece of timber **A** across the top of the bedframe underneath the connecting rod in such a position that the balance weights will swing clear. This packing timber must be about $\frac{3}{8}$ in. to $\frac{1}{2}$ in. clear of the rod.
- (3) Remove the connecting rod cap and front half of the bearing, and tap the bolts back clear of the rod, as shewn, to avoid injury of the crank pin by the bolts.
- (4) Move the crank forward a little, and twist the back half bearing round the journal until it can be withdrawn.
- (5) Move the crank further forwards until the large end is quite free and the rod rests on the piece of timber **A**.
- (6) Bring the balance weights into their top position as shown in Fig. 45, and prop them up with pieces of wood **B** placed between them and the bottom of the bed.

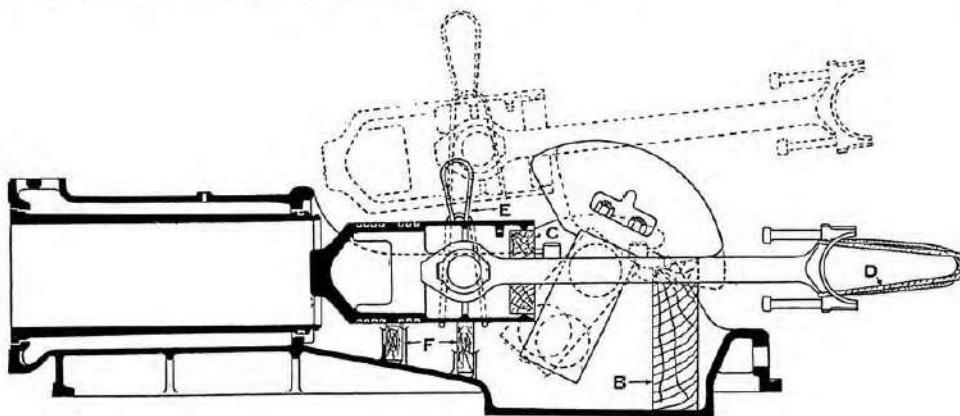


Fig. 49.

- (7) Lower the rod end until it is in line with the centre line of the piston, and pack the rod in this position by placing pieces of wood **C** inside the piston at both top and bottom.
- (8) Pass a rope sling **D** round the large end and bring the sling forward between the balance weights so that a lever may be inserted in the loop. Then pull the piston out of the liner until the first ring appears.
- (9) Pass another sling **E** around the body of the piston and attach it to pulley blocks, fixed overhead, and arranged so that the pull will be slightly forward as well as slightly upwards.
- (10) Pull the piston forwards until any further movement is prevented by the crank or weights.
- (11) Remove the wood block **B** from the bedframe, turn the flywheel forwards slowly until the crank is in the dotted line position, as shewn in Fig. 49. Then hoist the piston upwards by means of the pulley blocks, into the upper position shown by dotted lines.

On sizes O & OE 126 and 128, ribs are provided on each side of the bed. The purpose of these is to receive pieces of timber **F** of a convenient depth so that when the piston is withdrawn from the liner it may rest upon them.

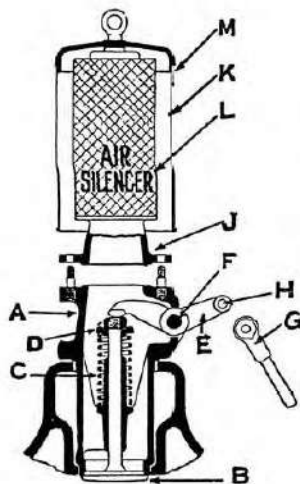


Fig. 50.

TO REMOVE THE ADMISSION VALVE BODY, Fig. 50.

- (1) Remove the complete air silencer from the admission valve body.
- (2) Uncouple the valve rod G from the lever E by taking out the pin H.
- (3) The admission valve and body can then be withdrawn.

TO REMOVE THE EXHAUST VALVE, Fig. 51.

- (4) Screw the studs N (supplied with the engine), into the holes provided in the underside of the breech end.
- (5) Screw nuts on these studs until the pressure of the spring O is taken off the valve spindle P.
- (6) Unscrew the nuts at R and draw the valve out upwards by means of the T ended grinding handle provided.

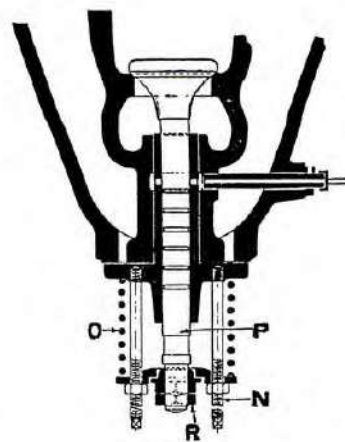


Fig. 51.

TO REMOVE THE EXHAUST VALVE SPRING, Fig. 51:—

- (7) Remove the exhaust valve as described above (4, 5 and 6) and then remove the exhaust lever.
- (8) Unscrew the nuts on the long studs N and remove the spring.

NOTE.—When reassembling, the plate which carries the exhaust valve spring must be screwed up until there is no tendency for the valve to lift when the engine is running at no load except when the lever and cam operate it.

MOUNTING OR DISMOUNTING FLYWHEEL ON CRANKSHAFT, Fig. 52.

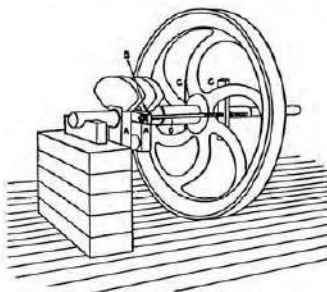


Fig. 52.

SIZES O 115 to 126 and OE 115 to 122.—On these sizes the flywheel rim and the boss are of the solid type. The bore of the boss is accurately machined to gauge to obtain a tight fit on the portion of the crankshaft on which the flywheel is mounted.

Fig. 52 illustrates the best means of drawing the flywheel on to the crankshaft. The flywheel is placed upright on the floor, or if preferred is suspended by a sling from an overhead crane, or pulley blocks. The crankshaft is then lifted into position and passed as far through the flywheel boss as is possible. The short end of the crankshaft is then placed on a packing case and vee block, as shown. Place a plate B between the crankshaft slabs, pass long bolts D through holes in the plate and through the flywheel arms, and put another plate C across the flywheel arms. Screw on the nuts and proceed to tighten up, putting an equal pressure on both bolts as far as possible, until the flywheel is in the correct position shown on the foundation plan. Then drive the flywheel keys in tightly.

To withdraw the flywheel proceed as described above except that after withdrawing the flywheel keys, the bar B must be placed on the end of the crankshaft and the plates C on the opposite side of the flywheel arms, to that shown in the illustration.

SIZES OE 123 and 126.—On these sizes the flywheel boss is split. Before passing the crankshaft unto the flywheel it is necessary to unscrew the nuts on the flywheel boss bolts and then drive iron wedges between the halves of the flywheel boss. This permits the flywheel to be placed into the position on the crankshaft shown on the foundation plan, without difficulty.

SIZES O and OE 215 to 228 and O and OE 128.—These sizes are fitted with flywheels in halves, as shown in Fig. 12. Before assembling, the joints of the rims (which have been greased before being despatched) must be scrubbed clean with paraffin to ensure that the two halves of the wheel meet together metal to metal at the rim.

One half of the flywheel should then be lifted into the flywheel pit, being packed up to the correct height to suit the level of the crankshaft, which latter should then be lifted and carefully lowered into its bearings. The dowels should be placed in the holes in the lower half of the flywheel, particular care being taken to observe the number stamped on them, a corresponding number also being stamped on the large end of each cotter and against each cotter hole in the flywheel rim.

IMPORTANT.—Cotters are always driven in from the side of the flywheel on which the number is stamped.

The upper half of the flywheel should then be lifted carefully into position, and the cotters inserted, each being driven in a little at a time. Before finally tightening them, insert the key a few inches in the keyway and place the bolts in the flywheel boss and proceed to tighten up the nuts. When this is done, finish driving home the cotters and insert the split pin in each. Then drive home the flywheel key.

FUEL OIL PUMP CAM.

To adjust the setting of the oil pump cam, for the purpose of altering the timing of the fuel injection, first withdraw the cover **N** or bearing **X**, shown in Fig. 16, 17, and 18, on pages 16 and 17. Then remove the split pins on the castle nuts **E** shown in Fig. 53, slack back the nuts and remove the steady pin **L**. The pump cam disc **A** can then be moved a little either backwards or forwards. The steady pin has been fitted after the best setting of the cam for the fuel injection has been found at our works when working with an average quality of fuel oil, and this setting should therefore not be altered without good reason. If the oil used is lighter than usual, such as Gas Oil or Paraffin, or if the ignition tends to be noisy, the pump cam may be adjusted by setting it a little later, that is to say, by moving it very slightly in a clockwise direction. If the oil used is heavier than usual and exceeds .91 specific gravity, and also tends to be viscous, or if the exhaust gas tends to be black, the pump cam may be adjusted by setting it a little earlier, that is to say, by moving it very slightly in a counter-clockwise direction (see arrows below the cam disc in Fig. 53).

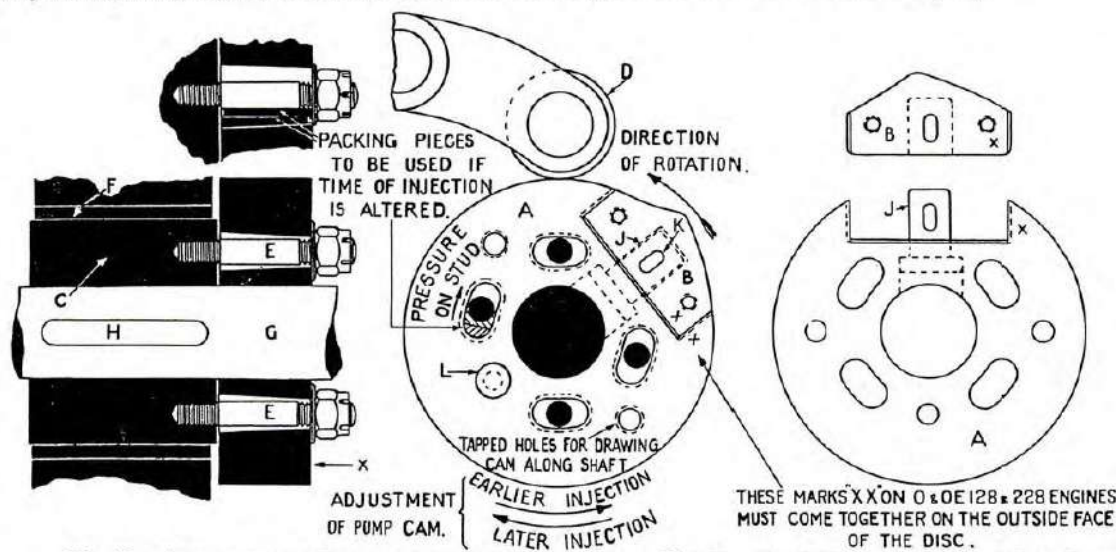


Fig. 53.—ADJUSTING THE TIMING OF THE FUEL PUMP CAM.
A—Pump Cam Disc.
B—Pump Cam Toe Piece.
C—Pump Cam Boss.
D—Pump Cam Roller.
E—Pump Cam Studs and Nuts.
F—Bronze Bush.
G—Sideshaft.
H—Key.
J—Dowel Pin for Toe Piece.
K—Cotter for Dowel.
L—Steady Pin fitted after test by makers.

Fig. 54.—REMOVING THE PUMP CAM TOE PIECE.
A—Pump Cam Disc.
B—Pump Cam Toe Piece.
J—Dowel for Toe Piece.

A very small movement from the position fixed by the steady pin makes a considerable difference in the timing of the oil injection.—It is necessary therefore, to be very careful in making changes, and the best method of procedure is as follows:—Replace the steady pin **L** in the position as found; remove the nut from one of the driving studs **E** and measure very carefully the distance from the edge of the stud to the edge of the slot (Fig. 53). Then remove the steady pin **L** and adjust the cam disc for either earlier or later injection (see the two arrows). **Never move the cam disc at any one adjustment more than will alter the distance from the edge of the stud to the ends of the slot by more than 1/32in. (say 1 mm), which is equivalent to changing the point of injection about two degrees on the path of the engine crank pin.**

As it will be impossible after this alteration to re-insert the steady pin, a packing piece (or two packing pieces) should be inserted between one stud and the end of its slot as shown in the two views in Fig. 53. These should be carefully fitted so as to bed on the whole length of both the stud and the end of the slot as shown.

When this is done, screw up all the castle nuts **very securely**, and be sure to replace all the split pins.

This procedure should be carried out each time a change is made however slightly the change is. If the packing pieces are not inserted after an alteration, there is a possibility of the cam disc slipping, and the turning of the injection becoming perhaps much too late.

TO DISMANTLE THE PUMP CAM proceed in same way as described above for adjusting the setting. When the steady pin and the castle nuts are removed, the cam disc can be drawn along the shaft if set screws are screwed in the two tapped holes in the disc.

TO DISMANTLE THE PUMP CAM TOE PIECE.—Do not disturb the toe piece **B** (Fig. 54) if it can possibly be avoided. It has been very carefully fitted in its place, and the whole working of the engine depends on its accurate location. If it should be really necessary, and **not unless**, drive the cotter **K** out, in the direction from left to right when looking at Fig. 53. The toe piece can then be lifted by means of a very thin sharp wedge, see Fig. 54. **Do not disturb any shims or packing found below it which must remain exactly as found.**

Great care must be taken when assembling to see that the toe piece beds firmly on the disc, that the cotter is tight, and that when the nuts have been tightened up, the split pins are not omitted. Any packings found under the toe piece must on no account be disturbed, and it is extremely important that when replacing the toe piece the periphery of the cam disc exactly coincides with both ends of the toe piece. Should the toe piece be removed it is important that it is reinserted the correct way round. On engine O & OE 115 to 126 the toe piece should be in such a position that the holes for the oil catcher plate "S" in one side of the toe piece (see Fig. 18), are on the side nearest the crankshaft. On engine O & OE 128 the marks "XX" on the disc and toe piece respectively (see Figs. 53 & 54), must lie together and the face on which the mark "X" is stamped must be nearest the crankshaft.

ADDITIONAL INSTRUCTIONS FOR STARTING AND WORKING DOUBLE CYLINDER OIL ENGINES.

SIZES O & OE 215 to 228.

(When both cranks are in line on the same side of the crankshaft.)

This type of engine consists of two complete units. The flywheel is mounted on the crankshaft between the two badframes. Each engine is despatched from our works with split flywheel packed in halves and the crankshaft removed from its bearing. When re-erecting the engine it will therefore be necessary in all cases to **replace the sideshaft wheels in gear with the crank worms**, so that the timing of the cams and valve gears is precisely the same as fixed during the engines' test. To ensure this, proceed as follows:—

- (1) Put the sideshaft wheel of one cylinder into gear with the worm wheel on the crankshaft so that marks "00" stamped on the teeth of these wheels coincide.
- (2) Turn the flywheel round through 360 degrees (exactly one complete revolution) and then see that marks "00" stamped on the crankshaft worm and the sideshaft wheel of the second cylinder coincide in the same way. An ignition will then take place at each revolution of the engine, first in one cylinder and then in the other.

PREPARING TO START.—Each unit must be prepared for starting in the manner already described on pages 29 and 30 for single cylinder engines.

STARTING.—When starting, the crank of the right hand engine must be set at an angle of ten degrees above the inner dead centre on the power stroke. In this position, the left hand crank will be ten degrees above the inner dead centre on the suction stroke.

Make sure that the fuel pumps and oil pipes are thoroughly primed by pumping a number of charges through the open relief valves of *each cylinder* into the tundish. Starter valves are usually fitted to both cylinders. Open the sprayer relief valve and starter valve on each cylinder. When all is ready open the stop valve on the air receiver. As soon as the engine has made one complete revolution shut off the air to the right hand cylinder, then at once close the sprayer relief valve and move the roller over on to full compression. Shut off the air to the left hand cylinder and close the relief valve, moving the exhaust roller over to full compression.

When regular ignitions are occurring close the stop valve on the receiver.

STARTING WITH LAMP.—If a heating lamp is used, the flame need only be applied to the ignition tube of the left hand engine.

RE-CHARGING AIR RECEIVER, Sizes O & OE 215 to 217.—Re-charge the compressed air receivers as described on page 32, but where a starting and charging valve is fitted on both cylinders, use each cylinder alternately so as to prevent the charging valves becoming overheated.

SPEED AND LOAD.—The governors of the two cylinders can be adjusted by means of the speeder springs, so as to divide the power equally between the two cylinders. This is ascertained by noting the position taken up by the governor wedge, which must be the same on both engines.

FUEL CONSUMPTION.—If a double cylinder engine is required to run for long periods, say weeks or months, at below half the total rated power, it is better to work with only one cylinder and, better still, if the piston, connecting rod and the admission and exhaust valve levers are removed. If this is done there should be a saving of about 10 per cent. of the fuel when running at half the total rated load, and 20 per cent. when running at quarter the total rated load.

MAINTENANCE.—Re-setting the governors to synchronise. If for any reason the governing gears have been dismantled, they must be re-assembled so that the following positions in the movement of the gear synchronise:—

Sizes O and OE 220 to 226:—

- (1) When the thinnest portion of the governor wedge, *i.e.*, point **X**, Fig. 24, is opposite the control valve, the nuts on the dashpot rod must be just about to compress the dashpot spring.
- (2) The governor hanging rods **E**, Fig. 24, must be of the exact length to bring this point **X** on the wedge opposite the control valve spindle when the governor weights are nearly at their innermost position. If correctly set, the parallel part **Y** at the bottom of the wedge will be opposite the control valve, when the weights are at their outermost position.

Size O and OE 228:—

The quadrant **C**, Fig. 25, performs the same function as the governor wedge, and the point **X** on the quadrant plate must be opposite the control valve when the weights are in their innermost position (the maximum load position), and the point **Y** when the weights are at their outermost position (the no-load position). As in the case of the governor wedge, the correct positions of the quadrant are found by adjusting the nuts on the dashpot rod and also adjusting the length of the hanging rod.

SPECIAL INSTRUCTIONS FOR WORKING TAR OIL ENGINES.

TAR OILS. QUALITY TO USE. Important—(Note: For "Petroleum" Oils, see page 9).

In selecting a Tar Oil for use in this engine, it is not only its cost per gallon, or per ton, which should be considered. The chief point is the total cost of running the engine. A low grade oil which may appear to be cheap, may in fact be very expensive, owing to high contents of tar, water, and other impurities, and to the more frequent cleaning and repairs, and the increase of lubricating oil necessary, all of which have to be paid for. Taking everything into consideration, our experience is that it is best, in all cases, to buy Tar Oils to definite specifications as given below.

The following are the names of some tar oils together with information as to where they can be obtained:—

Pit Coal "Tar" Oil (Creosote) ...	This oil is obtainable from Gas Works and from Tar Distillers, and requires the use of the pilot ignition gear.
Carburetted Water Gas "Tar" Creosote	This oil is obtainable from some Gas Works and requires the use of the pilot ignition gear.
Blast Furnace Creosote	This oil is obtainable from Blast Furnaces, and requires the use of the pilot ignition gear.
Lignite Tar Oil (Distilled from "Lignite" or brown coal) ...	This oil is obtainable in India, Australia, New Zealand, Saxony and Spain. It does not require the use of the pilot ignition gear and can be used in the "petroleum" oil engine.
Asphaltic and other Petroleum Oils with high ignition temperature, high specific gravity and high viscosity (see next page) ...	Some residual oils of this class are obtainable in California, Mexico, and in South American and other countries, and are sometimes best used with the aid of the pilot ignition gear (see next page).

IMPORTANT.

BUYING SPECIFICATIONS FOR "TAR" OIL.—When obtaining supplies of "Tar" Oils, we strongly recommend that they should be bought to one of the following specifications, which the suppliers should guarantee. The oil which is more usually available is the "Pit Coal-Tar Oil." If all oils bought actually comply with these specifications the user will save time, trouble and money:—

	Quality.	Pit Coal-Tar Oil (Creosote).	Carburetted Water Gas Tar Creosote.	Blast Furnace Creosote.	Lignite Tar Oil.
1	Specific Gravity at 60° Fahr. (15° Cent.) ...	1.00 to 1.070	.980 to 1.06	.960 to 1.06	Not over .920.
2	Flash Point	Not under 120° Fahr. close test (50° Cent.).			
3	Distillation Test (in a retort)	Not less than 60% to distil over to 572° Fahr. (300° Cent.).			
4	Mechanical Impurities insoluble in Benzene	Not over 0.5%.			
5	Ash	Not over 0.05% of hard ash, or 0.08% of soft ash.			
6	Coke Residue	Not over 3%.			
7	Fluidity	The whole of the oil must remain liquid when maintained at 60° Fahr. (15° Cent.) for one hour.			
8	Water	Not over 2%.			

METHOD OF OPERATION OF "TAR" OIL ENGINES.

The "Tar" Oil Engines work on the same principle and are similar in construction to the "Petroleum" Oil Engines already described, but are provided in addition with an ignition oil pump, Figs. 55 and 56, and ignition oil tank, Fig. 57 and 58. The sprayer, Figs. 59 and 60, is altered in detail to provide for the simultaneous use of two different types of oil, namely :—Refined "Petroleum" Oil as fuel for ignition purposes, and "Tar" Oil as fuel for power purposes.

HIGH IGNITION TEMPERATURE OF "TAR" OIL.

The spontaneous ignition temperature of Tar Oils is much higher than that of Petroleum Oils and a small supply of petroleum oil is therefore arranged to enter the combustion chamber and become ignited in advance of the tar oil which then ignites readily.

HIGH VISCOSITY AND HIGH SPECIFIC GRAVITY OF SOME "PETROLEUM" OILS.

Some residual "petroleum" oils which do not come within the "petroleum" fuel oil specification given on page 9, have very high specific gravities and are extremely viscous, and some of them even when heated considerably do not atomise as well as other "petroleum" oils even when the latter are at a much lower temperature. Some of these "petroleum" oils have also a higher ignition temperature than usual. Owing to these characteristics we, in some cases recommend such oils to be considered as "Tar" oils and used in tar oil engines. These oils sometimes contain a high proportion of asphaltum in their composition which tends to inflame and burn much more slowly than the other constituents of the oil (see page 56).

CONVERSION OF "PETROLEUM" OIL ENGINES TO "TAR" OIL ENGINES.

In view of the possibility of users of "petroleum" oil engines being sometimes unable to procure their usual supplies of "petroleum" oils, or in case they should desire to use some of the heavier or more viscous varieties of residual oils (some are not suitable) we construct all "petroleum" oil engines in such a manner that the "tar" oil parts can be supplied, at an extra charge, to users of these engines, who can quite easily convert the engines to "tar" oil engines by fitting the parts themselves to printed instructions which we supply with the parts.

DESCRIPTION OF PARTS (TAR OIL ENGINES).

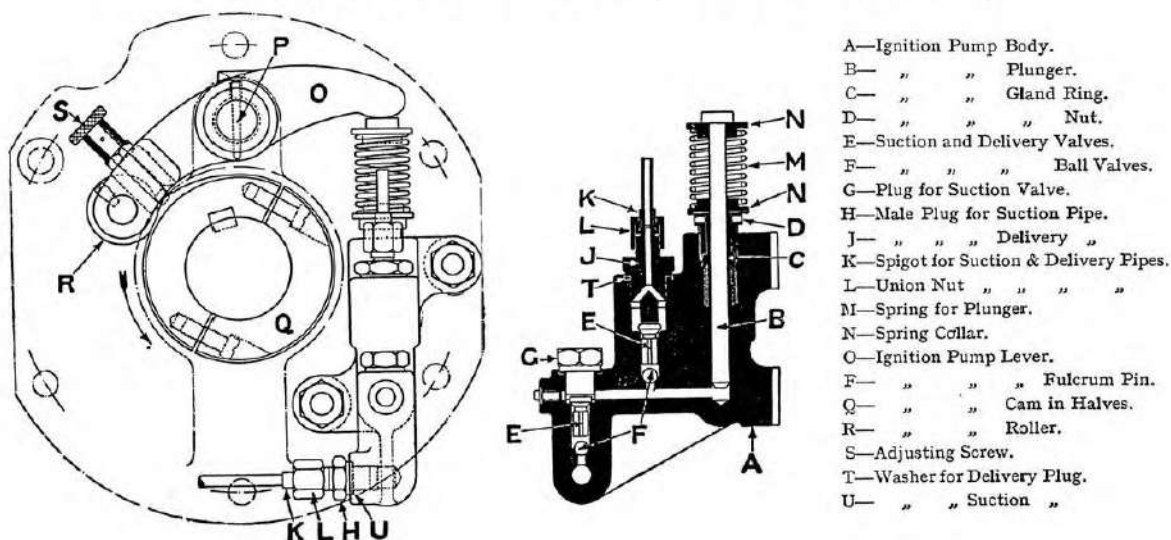
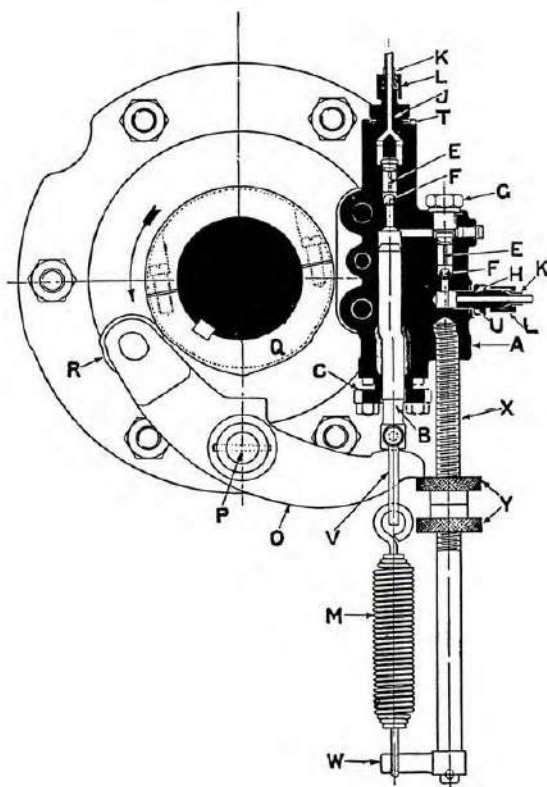


Fig. 55. Size O & OE 115 to 126. IGNITION OIL PUMP (used only for Tar Oil Engines).

This oil pump, as will be seen from the illustration, is operated by a cam on the sideshaft. Its purpose is to cause a small pilot charge of petroleum oil to collect behind the sprayer seating, and enter the combustion chamber and become ignited in advance of the tar oil. When running at say the normal full load, the quantity of ignition oil required per charge in proportion to the tar oil is quite small, but the proportion increases automatically at reduced loads. The quantity may be adjusted by means of the milled screw S on the ignition pump lever, Fig. 55, or by the adjusting nuts Y, Fig. 56, for O & OE 128, but the amount should in no case be less than that for which this screw is set when the engine leaves our works. (This is unless the fuel used by the main pump is changed from tar oil to petroleum oil, in which case the ignition oil pump may be put out of action altogether).

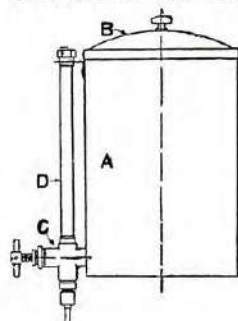


- A—Ignition Pump Body.
- B—Plunger.
- C—Gland Ring.
- E—Suction and Delivery Valves.
- F— " " " Ball Valves.
- G—Plug for Suction Valve.
- H—Male Plug for Suction Pipe.
- J— " " Delivery Pipe.
- K—Spigot for Suction and Delivery Pipes.
- L—Union Nut " " " "
- M—Spring for Plunger.
- O—Ignition Pump Lever.
- P—Fulcrum Pin.
- Q—Cam in Halves.
- R—Roller.
- T—Washer for Delivery Plug.
- U— " " Suction " "
- V—Shackle for Spring.
- W—Holder " "
- X—Rod " "
- Y—Adjusting Nut for Spring.

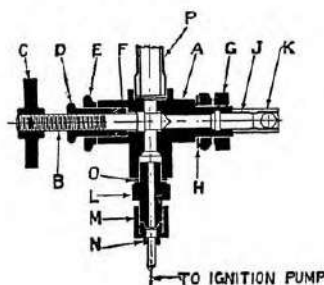
Fig. 56. IGNITION OIL PUMP for Sizes O & OE 128.

The Ignition Oil Pump for the O & OE 128 Engines is similar in principle to the one shown in Fig. 55, but differs slightly in the method used for adjusting the stroke of the plunger: A tension spring is used instead of a compression spring to actuate the plunger during the suction stroke of the pump.

IGNITION OIL TANK WITH SCREW-DOWN COCK.



- A—Ignition Oil Tank.
- B—Cover.
- C—Cock.
- D—Oil Lever Gauge.



- A—Cock Body.
- B—Valve Spindle.
- C— " Handle.
- D—Gland.
- E— " Lock Nut.
- F— " Ring.
- G—Back Nut for Cock Body.
- H—Joint Ring.
- J—Strainer Pipe.
- K—Gauze.
- L—Male Plug.
- M—Female Nut.
- N—Male Nut.
- O—Washer for Plug.
- P—Oil Level Gauge.

Fig. 57. IGNITION OIL TANK. All Sizes.

Fig. 58. IGNITION OIL COCK. All Sizes.

The Ignition Oil Tank, Fig. 53, is mounted on a bracket on the top of the engine cylinder and supplies refined oil to the ignition oil pump. It is provided with a screw-down oil cock (see Fig. 58 above), oil strainer, and oil level gauge D.

NOTE.—It is important that the fuel level in the gauge glass on this tank should be readily seen at all times. It is *dangerous* to work Tar Oil Engines without any ignition oil, as would happen, for instance, if this ignition oil tank became empty.

TAR OIL SPRAYER.—

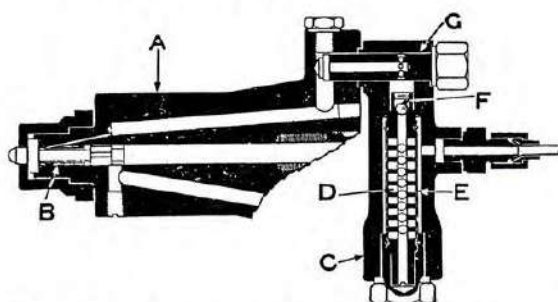


Fig. 59. TAR OIL SPRAYER FOR TAR OIL ENGINES ONLY.

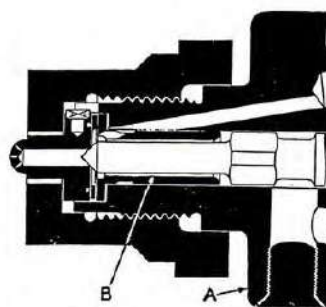


Fig. 60. ENLARGED VIEW OF TAR OIL NOZZLE AND TAR OIL SLEEVE.

- A—Sprayer Body (in place of A in Fig. 20).
- B—Tar Oil Sleeve for Sprayer Spindle.
- C—Strainer Body for ignition oil.
- D—Strainer Plug for ignition oil.
- E—Wire Gauze for Strainer Plug.
- F—Ball Valve.
- G—Strainer Bolt.

The above parts are in addition to those given in Fig. 20, page 18.

The Tar Oil Sprayer, Fig. 59, differs from the crude oil sprayer, Fig. 20, by an additional inlet and an additional strainer C for the "ignition oil," and the insertion of a "tar oil sleeve" B immediately behind the sprayer nozzle. The ignition oil passes from the ignition oil strainer, through the main sprayer body, into the annular chamber in the tar oil sleeve immediately behind the sprayer valve seat.

The oil strainer is fitted with a non-return valve F at the upper end of the strainer plug.

The purpose of this valve is to prevent the return of the ignition oil, when the main fuel pump begins to operate. The clearance between the sprayer spindle and the tar oil sleeve is very small, consequently the ignition oil tends to push back the tar oil rather than mix with it, and as before explained the ignition oil passes through the sprayer valve into the combustion chamber and becomes ignited in advance of the tar oil, the latter then immediately igniting as it follows into the combustion chamber. The faces between the tar oil sleeve and sprayer body are ground together, and these should be protected as much as possible. The joint between the tar oil sleeve and the sprayer nozzle is made by means of a copper washer, great care should be taken to see that this is not damaged. If it should be damaged in any way it must be removed at once, or the sleeve may be thrown out of alignment, and so cause either locking of the spindle or improper seating between the spindle and nozzle seat.

IMPORTANT.—For further instructions regarding the correct working of the sprayer, see "Maintenance" Pages 43 to 46.

PREPARING TO START AND STARTING. (Tar Oil Engines).

SPECIAL NOTE.—These instructions are to be read in conjunction with the previous instructions for the "Petroleum" Oil Engines.

These engines start from cold with compressed air, but if desired the lamp may be used for the preliminary heating of the ignition tube on sizes O & OE 115 to 123. All the instructions and operations given for "Preparing to Start" and "Starting," pages 29 to 33, for petroleum oil engines, must be observed as they apply also to tar oil engines.

It is necessary to prime the ignition oil pump delivery pipe by working the ignition pump plunger by hand until the refined oil is seen to be flowing freely from the relief pipe into the overflow tundish.

To avoid air-locks when first starting or when the oil heater has been emptied and re-filled, it is advisable to prime the delivery pipes of both the main pump and the ignition oil pump in the following order:—

- 1.—Prime the suction and delivery pipes with tar oil from the oil heater by working the main pump by hand, with the relief valve open, until the tar oil is delivered into the tundish.
- 2.—Then move the change over gear handle so that the main pump will suck in refined oil, and work the main pump again until refined oil is delivered into the tundish.
- 3.—Then work the ignition oil pump by hand, until it also delivers refined oil to the tundish.

Having primed the suction pipes, pumps, delivery pipes and sprayer, as described above, the engine should be started just as in the case of the petroleum oil. Run for five minutes with paraffin. This results in the cylinder becoming slightly warm, and in some paraffin passing through the control valve into the oil heater and mixing there with the tar oil. The change over to tar oil is then more gradual, and is effected as described under "Starting," page 32, by means of the change over handle on the fuel pump.

WORKING. (Tar Oil Engines).

IGNITION OIL PUMP.—The stroke of the ignition oil pump has been adjusted at our works when the engine is undergoing its trials and should not be decreased. Slightly more ignition oil may however be required with inferior grades of tar oils. In this case more ignition oil may be supplied by unscrewing the milled screw, or the adjusting nuts for size O & OE 128, so as to give a longer stroke of the ignition oil pump plunger. If the engine fails to ignite the charges of oil injected, or runs with a heavy thud, it is a sign that too little ignition oil is being supplied. This may occur if the valves in the ignition oil strainer or ignition oil pump are leaking. (See "Maintenance, Tar Oil Engines," below.)

COOLING WATER.—At whatever load the engine is running when working with tar oil the temperature of the jacket water should not be allowed to fall below 100 degrees to 120 degrees Fahr., see page 39. This has a marked effect in improving the fuel consumption. It also ensures satisfactory operation when running the engine at very light loads.

LUBRICATION. (Tar Oil Engines).

CYLINDER AND PISTON.—When working on Tar Oil the piston should be well lubricated, more lubricating oil being required usually than with other fuel oils. This is particularly necessary when working at or near the maximum loads. The pistons must not be allowed to become dry and black for want of lubrication. A little experience will soon show the attendant how much to use.

EXHAUST VALVES.—Very little oil is required for this. Use paraffin in the exhaust valve lubricator for sizes O & OE 115 to 122.

MAINTENANCE. (Tar Oil Engines).

IGNITION PUMP AND IGNITION OIL STRAINER.—See that the valves in the ignition oil pump and in the top of the ignition oil strainer are kept in working order and seat themselves properly.

The plunger of the ignition oil pump should be well packed with "Palmetto" packing in precisely the same way as described for the control valve spindle, page 46.

SPRAYER.—The copper washer making a joint on the faces of the tar oil sleeve and the sprayer nozzle must be preserved from the slightest damage. If it should be damaged in any way it must be removed at once, and a new one inserted of uniform thickness all round, or the sleeve may be thrown out of alignment and so cause either locking of the spindle or improper seating between the spindle and the nozzle seat. This washer as supplied by us is annealed. The faces between the tar oil sleeve and sprayer bodies are ground together and must be protected as much as possible. For the correct method of reassembling the sprayer nozzle, see Fig. 60.

STOPPING. (Tar Oil Engines).

Work the engine with refined oil for a few minutes before stopping. This will tend to keep the sprayer clean and in good order. It also leaves the engine in condition ready to start again.

WARNING. (Tar Oil Engines).

IGNITION OIL TANK.—The level of the oil as indicated by the gauge glass must be sufficiently high that the delivery of the ignition oil to the sprayer is always assured whilst the engine is working.

It is dangerous to work engines using "tar" oil without any "ignition" oil because the oil, instead of gradually burning as it is injected, may not ignite until most of it is injected when it may explode with considerable violence.

Bijlage 7 Voorschriften voor bediening en onderhoud van Crossley gas- en olietmotoren

Engelstalige beschrijving voor de inrichting van de installatie, bediening en onderhoud van de kleine Crossley gas- en oliemotoren, betreffende de hierna nader aangegeven motortypes. In deze beschrijving en bij de figuren is steeds aangegeven welk type het betreft. De informatie over deze 'Ottomotor' is niet uitputtend terwijl sommige functies niet of niet meer van toepassing zijn op de toegepaste hulpmotor voor de compressoraandrijving van het dieselgemaal De antagonist.

PRICE 2/-

TAKE CARE OF THIS INSTRUCTION BOOK.

**INSTRUCTIONS FOR WORKING
AND SPARE PARTS LIST FOR
THE NEW SMALL
CROSSLEY
GAS & OIL ENGINES
SIZES 1060 TO 1075.**

UNIVERSAL TYPE;—ALL PURPOSES—ALL FUELS.

PURPOSES—Industrial, Electric, Hopper, Portable, also Self-contained Combination Sets of Engine and Air Compressor, or Engine and Exhauster, or Engine and Pump.

FUELS—Petrol, Benzol, Paraffin, Alcohol, Town Gas, Producer Gas.

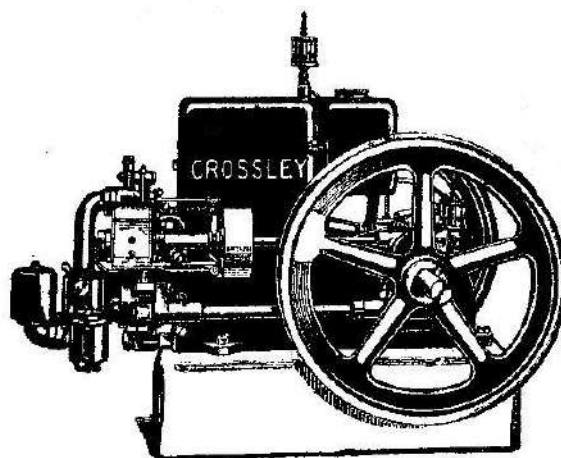


Figure 1—Paraffin Hopper Engine.

Note—In correspondence **always** state the engine number and the size letters as given on the engine nameplate. *Example* No. 82237, B.1075.

Note—When Ordering Spare Parts, state **also** the number required of each part and the correct name and stock number of each of the parts required, as given in the Spare Parts List in paragraphs 85 to 103. *Example*: "Four Piston Rings, Stock No. 9562, for Engine No. 89763, size P.1070." (See paragraph 85.)

Note—These instructions include all fuels, and apply approximately to the following engines:—Size 1060 and 1065 commencing No. 82140; Size 1070 and 1075 commencing No. 82220.

Note—The illustrations in this book are approximate only.

**CROSSLEY BROTHERS LIMITED,
OPENSHAW, MANCHESTER, ENGLAND.**

Publication No. 2510, superseding No. 2276.

INDEX.

The Numbers refer to the numbered paragraphs in this book.

SECTION						
	Description	Starting	Working	Warnings	Maintenance	Spare Parts
Adjustments	4	29 to 38	39 to 49	50 to 66	69 to 82	—
Air Lock	—	33	—	56	—	—
Air Silencer	22	—	—	—	68	92
Alcohol	5, 21	33, 34, 38	45	53	—	86, 89, 98, 99
Attendant	1, 4	—	—	—	—	—
Bearings	26	29	48	—	79	87, 88
Benzol	5, 21	33, 38	—	53	—	86, 89, 97, 99
Cam, Shaft	15, 17, 26	—	—	59	—	93
Cleaning	10	—	—	52	67, 68, 74, 76	—
Connecting Rod	13, 26	36	48	63	79, 80	88
Correspondence	1, 2	—	—	—	—	3, 85, 107
Crank Shaft	14, 26	29	—	61, 63	79, 82	90
Cylinder	25	56	48	52	82	86
Danger	—	32	40	53, 57	—	—
Dismantling	—	—	—	—	82	—
Electric Ignition	—	32, 37, 38	41	57, 58	69 to 73	86, 94, 103
Float Chamber	11	33	42	—	75	100
Foundation	6, 9	—	—	—	—	—
Frost (Important)	—	33	—	51	—	—
Fuel Tank	11	33	—	56	74	102
Gas (Town Gas)	5, 21	33, 37	49	53	—	86, 89, 95, 96
Gas (Suction Producer)	5, 21	33, 38	41, 49, 84	53, 84	70, 81	86, 89, 105
Gas Bag	11	33	49	—	—	96
Gear Wheels	15, 27	29	48	59, 62	81	90, 93, 94
Governor	16, 19	—	40	55	—	94
Guarantee	—	—	—	50	—	—
Half Compression	—	31, 37	—	—	—	93
Heater Valve	23	34	45	—	—	98
Hopper	28	30	39, 41, 44, 45	52	—	87
Insurance	4, 24	—	—	—	—	—
Lubrication	13, 14, 25, 26	29, 36	39, 47, 48	51, 60, 61	78	—
Lubricating Oil	24	—	47	51, 60	—	—
Magneto	16	32, 37, 38	41	57, 58	69 to 73	94
Maintenance	—	—	—	—	67 to 82	—
Method of Working	7	—	—	—	—	—
Mixing Valve	21	37	41	—	75, 84	95, 99, 105
Oil Filter	—	—	—	64	—	—
Owner (Special Notes)	1 to 5	—	—	50	—	85
Paraffin (Kerosene)	5, 21	33, 31, 38	41, 46, 49	5, 41	70, 77	86, 89, 98, 99
Petrol (Gasoline)	5, 21	33, 35	49	63	—	86, 89, 97, 99
Piston	12	36	48	—	77, 82	89
Portable Engine	9	—	39, 40	51	—	—
Priming Cup	20	38	—	—	—	91
Quality of Fuels	5	—	—	—	—	—
Spare Parts (Repairs)	—	—	—	—	—	65, 66, 85 to 107
Spark Plug	7	—	—	58	70	86
Speed Adjustment	—	—	40	55	—	—
Starting	1	20 to 38	—	54, 57	—	—
Throttle Valve	18	—	—	—	—	91
Unpacking	8	—	—	—	—	—
Valves	17	—	—	—	78, 82, 84	86, 91
Vaporiser	23	34	45	—	—	98
Warnings	—	32	41	50 to 66	71, 80	—
Water Jacket	23	30	39	51, 52	52	86
Water (Quality)	—	—	—	52	—	—
Working	—	—	30 to 49	—	—	—
Engine Combined with Air Compressor	—	—	83	—	—	106
Diagram of All Parts	—	—	—	—	—	85

CROSSLEY GAS & OIL ENGINES.

PREFACE.

1—OUR OBJECT. Many thousands of our engines are installed overseas at great distances from our works, both in the British Dominions and in Foreign Countries. As any requests for information by letter might cause delay, we have purposely given these working Instructions and Lists of Parts at considerable length in the interest of both the owner and the attendant of the engine.

Our object is to produce a *reliable* engine and an engine which is *durable*, cheap to keep in first-class order, and *economical* in the consumption of both fuel and lubricating oil. Complete *accessibility* and *silent working* have also been striven for, and we are satisfied that these engines will be found to be unapproachable in this combination of aims. It will be found possible to *see, feel and even hear* practically every working part, and this is said to be *the ideal of accessibility*. Owing to the open type of crankcase, all working parts are cool and therefore require a minimum amount of oil for their lubrication. (These points are a great advantage in comparison with an enclosed type engine, running at very high speed, at high temperature, with high lubricating oil consumption, and in which few working parts are accessible without much loss of time).

It will be noted also that in this engine all parts which may need adjustment or attention while the engine is running, such as magneto, governor, valves, &c., are *safely* away from flywheels, belt pulleys, and other working parts. We have taken great pains to ensure not only silent working, complete accessibility and reliability, but also great fuel economy and a generally *simple and foolproof* engine, and we are confident that our efforts will be appreciated fully, especially as the cost of maintenance and repairs will be found to be extremely low.

Note.—So far as we are aware, every information is given in this book to enable the engine to be worked perfectly. Should any of our clients find it desirable for further points to be included, we shall be very pleased to do so the next time this book is reprinted.

List of Illustrations.

- Figure 1—Paraffin Hopper Engine (on front cover).
 " 2—Town Gas Engine. Sectional view.
 " 3—Foundation Plans of Various Engines.
 " 4—Crank Shaft and Connecting Rod Bearings.
 " 5—Magneto, Governor and Cam Gear.
 " 6—Mixing Valve, Float Chamber, Paraffin Vaporiser, and Air Silencer.
 " 7—Engine with Separate Water Tank.
 " 8—Magneto Details.
 " 9—Section of Air Compressor (combined with Engine).
 " 10—Combined Engine and Air Compressor.
 " 11—Mixing Valve for Suction Gas Engine.
 " 12—Diagram of Parts.

INSTRUCTIONS FOR WORKING CROSSLEY'S NEW, SMALL, UNIVERSAL, GAS, PETROL AND PARAFFIN ENGINES

(ALSO BENZOL AND ALCOHOL).

This book is divided into six sections, each section being divided into numbered paragraphs in such a manner that any points on which information may be required can be instantly found by reference to the index given inside the front cover.

GENERAL DESCRIPTION of the engine and its working parts including also notes on foundations and the erection of the engine. *See paragraphs 2 to 28.*

STARTING the engine and preparations for same. *See paragraphs 29 to 38.*

WORKING the engines under various conditions with their various fuels. *See paragraphs 39 to 49.*

WARNINGS relating to simple matters of *great importance* to the owner. *See paragraphs 50 to 66.*

MAINTENANCE and care of the engine which, if properly observed, will result in the engine proving a highly remunerative investment for years. *See paragraphs 67 to 84.*

SPARE PARTS for use in case of repairs, including instructions for method of ordering them so as to ensure quick delivery. *See paragraphs 85 to 107.*

GENERAL DESCRIPTION.

Read these Instructions carefully before attempting to start the engine.

2—CORRESPONDENCE. In correspondence state the Quality of Fuel used, and the Engine Number and the Size Letters, as given on the engine nameplate.

Example—"Paraffin Engine. No. 89763 Size P 1075."

3—When ordering Spare Parts, state the correct Name and Stock Number of each of the parts required, as given in the Spare Parts List in paragraphs 85 to 106.

4—*All machinery is valuable and is therefore worthy of the best possible care and attention. This is especially the case where the lighting of a house or the whole output of a workshop is dependent on the regular working of the engine.*

GENERAL DESCRIPTION—continued.

Access to the engine room should not be allowed to any unauthorised person. Both engine and engine room should be kept perfectly clean. An engine which is kept clean is usually well cared for throughout, and is likely to give complete satisfaction. If the engine is exposed to dust the engine room should be made as dust-proof as possible. The attendant should make himself fully acquainted with, and understand the workings of every part of the engine, and always make adjustments as soon as they may be seen to be necessary. All tools, accessories, spare parts, &c., should be kept in good order and in a proper place so as to be instantly available when required. It is only by taking an intelligent interest in this way that an engine can be expected to be regular, quiet, and efficient in working.

INSURANCE. It is essential to have periodical examinations of the principal parts made by a skilled engineer, and in this connection we would call your attention to the advantages gained by insuring the engine against accidents with one of the leading Engineering Insurance Companies, who provide periodical inspection services by skilled surveyors, who have been specially trained for such work.

See also special notes under "Warnings," paragraphs 50 to 66.

The Owner should make a point of seeing that these notes on "Warnings" have special attention.

5—QUALITY OF FUEL. These engines are constructed to work with one of the following fuels, the degree of compression, the electric ignition, and the fuel-mixing arrangements being specially arranged for each—

Town Gas as supplied from Town Gas Works.

Suction Gas from Anthracite Coal, Coke, and Charcoal.

Petrol (Gasoline) specific gravity 0.680 to 0.760

Benzol (Coal Tar Spirit) " " 0.860 to 0.890

Alcohol (Methylated Spirit) " " 0.810 to 0.830

Paraffin (Kerosene) " " 0.800 to 0.825

Note.—The best quality of paraffin for use in engines is what is known as **Vaporising Oil**. It works more quietly, is cheaper, gives more power, and is more economical. It should therefore be used whenever possible. All the large oil companies market paraffin of this quality for use in paraffin engines.

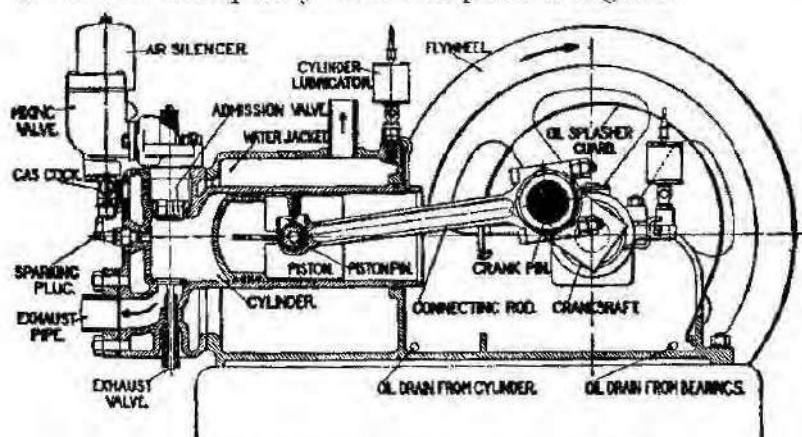
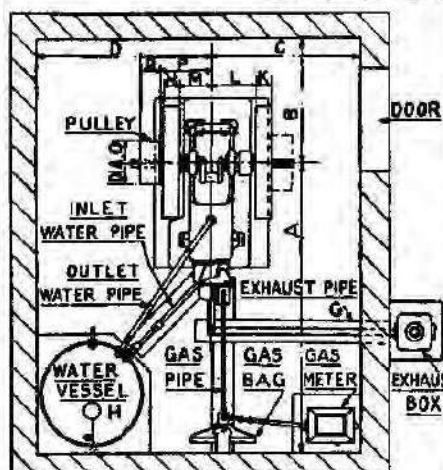


Fig. 2—Sectional View of Gas Engine.

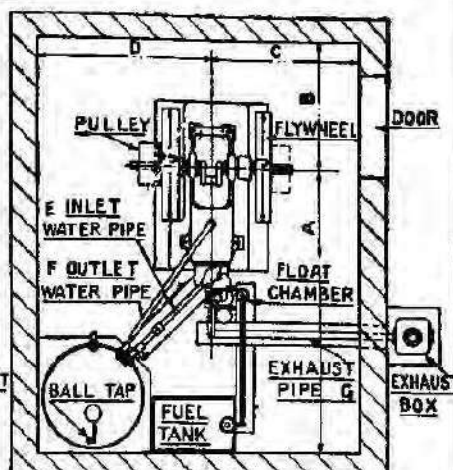
GENERAL DESCRIPTION—continued.

6—FOUNDATION ARRANGEMENTS for various types of Engines.

NOTE:—FOR DIMENSIONS OF ENGINES & ENGINE HOUSES ILLUSTRATED BELOW, SEE TABLES ON OPPOSITE PAGE

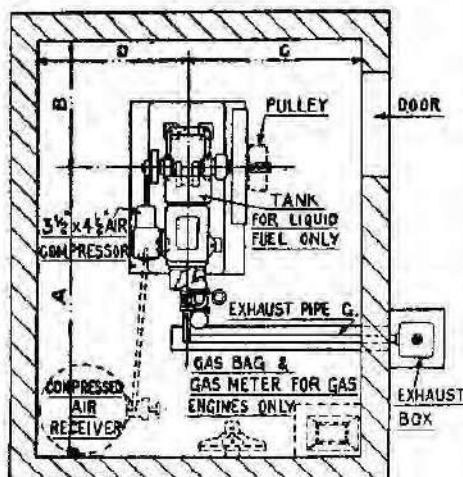


**PLAN OF ENGINE ROOM
FOR GAS ENGINE.**

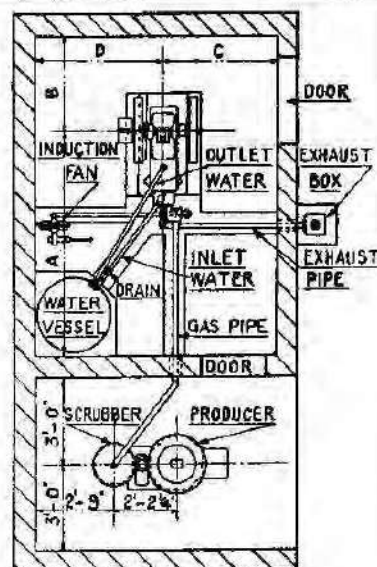


**PLAN OF ENGINE ROOM FOR
PETROL, PARAFFIN, BENZOL, OR ALCOHOL ENGINES**

THE ABOVE PLANS ARE ALSO APPLICABLE TO HOPPER TYPE ENGINES, IN WHICH NO SEPARATE WATER VESSEL H IS USED & IN WHICH WITH LIQUID FUEL ENGINES, THE FUEL TANK IS ON THE ENGINE.



**PLAN OF ENGINE ROOM
FOR HOPPER ENGINE COMBINED WITH COMPRESSOR**
WHEN USED AS A STARTING ENGINE FOR
LARGE GAS OR OIL INSTALLATIONS, ENGINE
AND COMPRESSOR ARE USUALLY IN THE
LARGE ENGINE HOUSE.



**PLAN OF ENGINE ROOM
FOR SIZE-S.1075 PRODUCER GAS ENGINE,
AND 'O' TYPE SUCTION GAS PLANT.**
ALSO APPLICABLE TO HOPPER TYPE ENGINES.

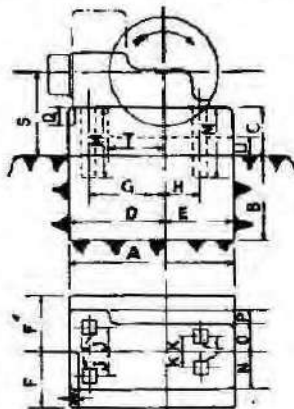
**ILLUSTRATING ARRANGEMENT OF ENGINES & ENGINE HOUSES
FOR SIZES 1060, 1065, 1070 & 1075 GAS AND OIL ENGINES.**

FIG. 8—FOUNDATION

GENERAL DESCRIPTION—continued.

CONCRETE FOUNDATION applicable to all types of 1060, 1065, 1070, 1075 Gas and Oil Engines.

	Type 1060 & 1065	Type 1070 & 1075	Type 1060 & 1065	Type 1070 & 1075
	Ft. In.	Ft. In.	Metres	Metres
A	3 0	3 5	0.91	1.06
B	1 8	1 6	0.46	0.46
C	0 10 1	1 3 1	0.26	0.39
D	1 10 1	2 3	0.57	0.68
E	1 1 1	1 3	0.34	0.38
F	1 0 1	1 3	0.30	0.38
G	1 4 1	1 9 1	0.42	0.54
H	0 7 1	0 8 1	0.190	0.216
J	0 5 1	0 6 1	0.133	0.164
K	0 3 1	0 4 1	0.089	0.114
L	3' x 3'	3' x 3'	0.76	0.76
M	1 3	1 6	0.38	0.46
N	0 8	0 9 1	0.203	0.248
O	0 6	0 7 1	0.182	0.184
P	0 3	0 2 1	0.076	0.063
Q	—	0 4	—	0.102
R	—	0 3	—	0.051
S	1 8	2 0	0.46	0.61
T	1 0	1 1	0.30	0.33
U	0 4	0 6	0.12	0.152



left free for expansion. The outlet water pipes must slope upwards at every point. No sharp bends or elbows must be used on this pipe.

NOTES.

Concrete Foundations must be built on solid hard ground. If the ground is of a yielding nature the foundation must be enlarged. Holes to be left in concrete, as shown, for engine bolts. Holes to be run in with cement grouting after engine has been fixed in position and bolts have been adjusted to their correct heights. It is suggested that the concrete be made of three parts of hard broken brickbats, or stones, to one part of cement with sufficient sand to flux. The brickbats, or stones, should not be larger than will pass through a 1½ in. (.038) mesh. The concrete foundation shown opposite is based upon our general experience, but the purchaser must be responsible for its proper adaptation to his own circumstances. He must also satisfy himself that the materials for the foundation are of a suitable quality. The exhaust pipe must never be turned into a drain or chimney. Exhaust pipe must not be made fast in wall, but

Type Letters of Engines for the various fuels and combinations are as follows:—
A—Alcohol; B—Petrol; G—Town Gas; N—Benzol; P—Paraffin; S—Suction Gas; C—Engine and Air Compressor combined; E—Electric type; H—Engine having Hopper Bedplate.
P at end of series signifies Portable type. Example—PHP—Paraffin Hopper Portable type.

TABLE OF DIMENSIONS OF ENGINES AND ENGINE HOUSES ILLUSTRATED ON OPPOSITE PAGE.

SIZE AND TYPE OF ENGINE	Minimum Building Sizes								Bore of Pipes						Water Vessels	
	A		B		C		D		E		F		G		H	
	Ft. In.	Met.	Ft. In.	Met.	Ft. In.	Met.	Ft. In.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ft. Ins.	Met.
P1060 P, B, N, A, S and G1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	1	0.25	1	0.25	1½	0.38	1 10 x 5 3	0.56 x 1.60
P1070 P, B, N, A, G and S1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	1½	0.38	1½	0.38	2	0.51	2 8 x 5 8	0.81 x 1.73
PH1060. PE, BE, NE, AE, SE and GE1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	1	0.25	1	0.25	1½	0.38	1 10 x 5 3	0.56 x 1.60
PH1070. PE, BE, NE, AE, GE and SE1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	1½	0.38	1½	0.38	2	0.51	2 8 x 5 8	0.81 x 1.73
*PH1060. PH, BH, NH, AH, SH and GH1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	—	—	—	—	1½	0.38	—	—
*PH1070. PH, BH, NH, AH, GH and SH1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	—	—	—	—	2	0.51	—	—
*PHE1060. PHE, BHE, NHE, AHE, SHE and GHE1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	—	—	—	—	1½	0.38	—	—
*PHE1070. PHE, BHE, NHE, AHE, GHE and SHE1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	—	—	—	—	2	0.51	—	—
*PHC1060. BHC, NHC, AHC, SHC and GHC1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	—	—	—	—	1½	0.38	—	—

SIZE AND TYPE OF ENGINE	FLYWHEELS										PULLEY						Revs. per Minute	
	J		K		L		M		N		O		P		Q			
	Ft. In.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.		
P1060, PH1060	1	10	0.56	2½	0.63	9½	2.43	7½	1.84	2½	0.63	9	2.28	10½	2.57	5	1.27	450/600
P, B, N, A & G1065. PH, BH, NH, AH and GH1065	2	0	0.61	2½	0.63	9½	2.43	7½	1.84	2½	0.63	9	2.28	10½	2.57	5	1.27	450/600
PH1060, PHE1060	1	10	0.56	3½	0.95	9	2.28	6½	1.68	3½	0.95	—	—	—	—	—	—	600
PE, BE, NE, AE and GE1065 PHE, BHE, NHE, AHE and GHE1065	2	0	0.61	3½	0.95	9	2.28	6½	1.68	3½	0.95	—	—	—	—	—	—	600
P1070, PH1070	2	1	0.63	3	0.76	11	2.79	8½	2.19	3	0.76	10	2.60	12½	3.07	7	1.78	400/550
P, B, N, A, G and S1075 PH, BH, NH, AH, GH and SH1075	2	3	0.68	3	0.76	11	2.79	8½	2.19	3	0.76	10	2.60	12½	3.07	7	1.78	400/550
PH1070, PHE1070	2	1	0.63	4½	1.10	10½	2.62	7½	2.01	4½	1.11	—	—	—	—	—	—	550
PE, BE, NE, AE, GE and SE1075. PHE, BHE, NHE, AHE, GHE and SHE1075	2	3	0.68	4½	1.10	10½	2.62	7½	2.01	4½	1.11	—	—	—	—	—	—	550
PHC1060, BHC, NHC, AHC and GHC1065	2	0	0.61	3½	0.76	9	2.28	—	—	—	—	9	2.28	12½	3.17	5	1.27	500

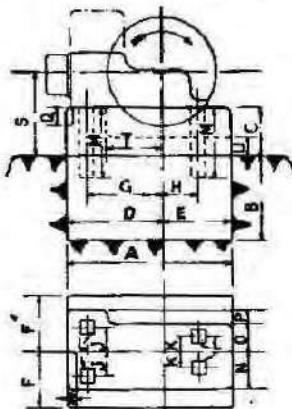
* On Types PH1060 and 1065, BH and NH1065, PH1070 and 1075, BH and NH1075, Exhaust Muffler is fitted instead of Silencer.

PLANS AND DIMENSIONS.

GENERAL DESCRIPTION—continued.

CONCRETE FOUNDATION applicable to all types of 1060, 1065, 1070, 1075 Gas and Oil Engines.

	Type 1060 & 1065	Type 1070 & 1075	Type 1060 & 1065	Type 1070 & 1075
	Ft. In.	Ft. In.	Metres	Metres
A	3 0	3 5	0.91	1.06
B	1 8	1 6	0.46	0.46
C	0 10 1	1 3 1	0.26	0.39
D	1 10 1	2 3	0.57	0.68
E	1 1 1	1 3	0.34	0.38
F	1 0 1	1 3	0.30	0.38
G	1 4 1	1 9 1	0.42	0.54
H	0 7 1	0 8 1	0.190	0.216
J	0 5 1	0 6 1	0.133	0.164
K	0 3 1	0 4 1	0.089	0.114
L	3' x 3'	3' x 3'	0.76	0.76
M	1 3	1 6	0.38	0.46
N	0 8	0 9 1	0.203	0.248
O	0 6	0 7 1	0.182	0.184
P	0 3	0 2 1	0.076	0.063
Q	—	0 4	—	0.102
R	—	0 3	—	0.051
S	1 8	2 0	0.46	0.61
T	1 0	1 1	0.30	0.33
U	0 4	0 6	0.012	0.152



left free for expansion. The outlet water pipes must slope upwards at every point. No sharp bends or elbows must be used on this pipe.

NOTES.

Concrete Foundations must be built on solid hard ground. If the ground is of a yielding nature the foundation must be enlarged. Holes to be left in concrete, as shown, for engine bolts. Holes to be run in with cement grouting after engine has been fixed in position and bolts have been adjusted to their correct heights. It is suggested that the concrete be made of three parts of hard broken brickbats, or stones, to one part of cement with sufficient sand to flux. The brickbats, or stones, should not be larger than will pass through a 1 1/2 in. (.038) mesh. The concrete foundation shown opposite is based upon our general experience, but the purchaser must be responsible for its proper adaptation to his own circumstances. He must also satisfy himself that the materials for the foundation are of a suitable quality. The exhaust pipe must never be turned into a drain or chimney. Exhaust pipe must not be made fast in wall, but

Type Letters of Engines for the various fuels and combinations are as follows:—
A—Alcohol; B—Petrol; G—Town Gas; N—Benzol; P—Paraffin; S—Suction Gas; C—Engine and Air Compressor combined; E—Electric type; H—Engine having Hopper Bedplate.
P at end of series signifies Portable type. Example—PHP—Paraffin Hopper Portable type.

TABLE OF DIMENSIONS OF ENGINES AND ENGINE HOUSES ILLUSTRATED ON OPPOSITE PAGE.

SIZE AND TYPE OF ENGINE	Minimum Building Sizes								Bore of Pipes						Water Vessels	
	A		B		C		D		E		F		G		H	
	Ft. In.	Met.	Ft. In.	Met.	Ft. In.	Met.	Ft. In.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ft. Ins.	Met.
P1060 P, B, N, A, S and G1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	1	0.25	1	0.25	1 1/2	0.38	1 10 x 3	0.56 x 1.60
P1070 P, B, N, A, G and S1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	1 1/2	0.38	1 1/2	0.38	2	0.51	2 8 x 10	0.81 x 1.73
PH1060. PE, BE, NE, AE, SE and GE1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	1	0.25	1	0.25	1 1/2	0.38	1 10 x 3	0.56 x 1.60
PH1070. PE, BE, NE, AE, GE and SE1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	1 1/2	0.38	1 1/2	0.38	2	0.51	2 8 x 10	0.81 x 1.73
*PH1060. PH, BH, NH, AH, SH and GH1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	—	—	—	—	1 1/2	0.38	—	—
*PH1070. PH, BH, NH, AH, GH and SH1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	—	—	—	—	2	0.51	—	—
*PHE1060. PHE, BHE, NHE, AHE, SHE and GHE1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	—	—	—	—	1 1/2	0.38	—	—
*PHE1070. PHE, BHE, NHE, AHE, GHE and SHE1075 ...	7 9	2.36	3 3	0.99	4 0	1.22	4 6	1.37	—	—	—	—	2	0.51	—	—
*PHC1060. BHC, NHC, AHC, SHC and GHC1065 ...	6 3	1.90	3 3	0.99	3 6	1.06	4 6	1.37	—	—	—	—	1 1/2	0.38	—	—

SIZE AND TYPE OF ENGINE	FLYWHEELS										PULLEY						Revs. per Minute	
	J		K		L		M		N		O		P		Q			
	Ft. In.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.	Ins.	Met.		
P1060, PH1060	1	10	0.56	2 1/2	0.63	9 1/2	2.43	7 1/2	1.84	2 1/2	0.63	9	2.28	10 1/2	2.57	5	1.27	450/600
P, B, N, A & G1065. PH, BH, NH, AH and GH1065	2	0	0.61	2 1/2	0.63	9 1/2	2.43	7 1/2	1.84	2 1/2	0.63	9	2.28	10 1/2	2.57	5	1.27	450/600
PH1060, PHE1060	1	10	0.56	3 1/2	0.95	9	2.28	6 1/2	1.68	3 1/2	0.95	—	—	—	—	—	—	600
PE, BE, NE, AE and GE1065 PHE, BHE, NHE, AHE and GHE1065	2	0	0.61	3 1/2	0.95	9	2.28	6 1/2	1.68	3 1/2	0.95	—	—	—	—	—	—	600
P1070, PH1070	2	1	0.63	3	0.78	11	2.79	8 1/2	2.19	3	0.76	10	2.60	12 1/2	3.07	7	1.78	400/550
P, B, N, A, G and S1075 PH, BH, NH, AH, GH and SH1075	2	3	0.68	3	0.76	11	2.79	8 1/2	2.19	3	0.76	10	2.60	12 1/2	3.07	7	1.78	400/550
PH1070, PHE1070	2	1	0.63	4 1/2	1.10	10 1/2	2.62	7 1/2	2.01	4 1/2	1.11	—	—	—	—	—	—	550
PE, BE, NE, AE, GE and SE1075. PHE, BHE, NHE, AHE, GHE and SHE1075	2	3	0.68	4 1/2	1.10	10 1/2	2.62	7 1/2	2.01	4 1/2	1.11	—	—	—	—	—	—	550
PHC1060, BHC, NHC, AHC and GHC1065	2	0	0.61	3 1/2	0.76	9	2.28	—	—	—	—	9	2.28	12 1/2	3.17	5	1.27	500

* On Types PH1060 and 1065, BH and NH1065, PH1070 and 1075, BH and NH1075, Exhaust Muffler is fitted instead of Silencer.

PLANS AND DIMENSIONS.

GENERAL DESCRIPTION—continued.

- 7—METHOD OF WORKING.** See Fig. 2. The engine works on the "Four Stroke" Cycle, as follows—*Suction Stroke*—on the first out stroke of the piston an explosive mixture of air and fuel is drawn into the cylinder through the admission valve. *Compression Stroke*—On the return stroke this mixture is compressed into the clearance space (combustion chamber) at the back of the cylinder. *Power Stroke*—At the end of the compression stroke, the mixture is ignited by means of an electric spark and the resulting increase of pressure drives the piston outwards, the impulse being transmitted through the crank-shaft to the flywheel, thus keeping the engine in motion until the next impulse is given. *Exhaust Stroke*—Towards the end of the power stroke the exhaust valve opens and the burnt gases are driven out during the following return stroke of the piston.
- 8—UNPACKING.** When unpacking the engine from its packing case great care must be taken to prevent damage of the engine or of any parts which may be packed separately inside the case. Search the packing case thoroughly for any loose parts, spare parts, or accessories. Cases are often returned to us with parts left in them.
- 9—ERECTION ON FOUNDATION.** See Fig. 3. Before cleaning the engine after taking it out of the packing case, and before fitting any parts packed separately in the case, the engine should be lined up on the concrete foundation on iron or hard stone packings, and afterwards grouted in with cement. With *portable* engines, care must be taken to see that the engine is securely fixed to the frame.
- 10—CLEANING.** When the engine is securely fixed in its working position, it must be thoroughly cleaned down and all dust, dirt, &c., removed before any parts which may be packed separately in the case are fitted in position.
- 11—FUEL SUPPLY.** For *Town Gas Engines* a gas bag is provided. For *petrol, paraffin, &c.*, engines, a large fuel tank is provided which must be placed on a stillage 36 in. (.900 m.) to 40 in. (1.000 m.) above the float chamber (see Fig. 3). In the case of hopper type engines the fuel tank is bolted to the engine. The fuel tank is provided with a large gauze strainer at the top to prevent any fluff or dirt getting into the tank when the fuel is poured in. A screw cover is fitted over the strainer and a packed screw-down cock provided to supply the fuel, by means of a pipe, to the float chamber. This cock is not to be used to regulate the supply of fuel, but is either to be shut off or to be open three or four complete turns. The fuel pipe and fuel tank must be quite clean before they are coupled up. See paragraph 56, regarding air lock. For *Suction Producer Gas Engines* an expansion chamber is provided between the engine and the producer plant. Separate instructions for erecting are sent for the producer plant. See also paragraph 84.

GENERAL DESCRIPTION—continued.

- 18—THROTTLE VALVE.** See Fig. 5. The engine is governed by varying the amount of fuel and air admitted through the admission valve by means of a piston type throttle valve. The quantity of explosive mixture admitted to the cylinder is thus made proportional to the load carried.

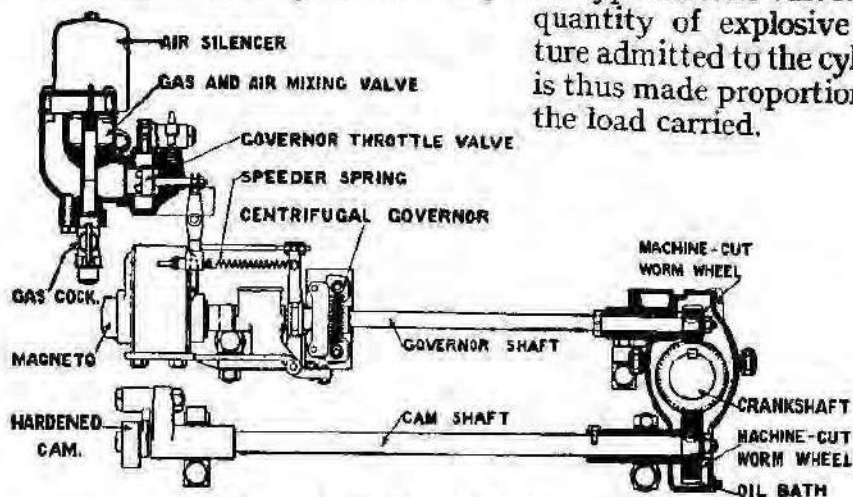


Fig. 5—Magneto and Governor Drive.

- 19—GOVERNOR.** See Fig. 5. When the speed of the engine increases, the increased centrifugal force causes the revolving weights to move outwards. These move the sleeve on the governor shaft and also the governor lever, which in turn moves the throttle valve towards the closed position. When the speed of the engine decreases the action of the governor is reversed, the weights moving inwards and the spring pulling the throttle valve towards the open position.
- 20—PRIMING CUP.** In all engines (except Town's Gas Engines), a brass petrol cup is fitted over the throttle valve for priming purposes when starting.
- 21—MIXING VALVE.** The fuel and air are mixed together in a mixing valve which automatically regulates their proportion to all loads. In *Town Gas Engines* (see Fig. 5), the fuel and air are mixed in the cold state, and when the engine stops the mixing valve automatically shuts off the gas supply and prevents it escaping into the engine room. In *Petrol and Benzol Engines* the mixing chamber (see Fig. 6) is warmed by being in contact with the exhaust pipe. In *Paraffin and Alcohol Engines* the mixing chamber is surrounded by a passage through which hot exhaust gases circulate, which enables the fuel to be vaporised when mixing with the air. When the engine is at work the suction of the engine lifts the automatic valve a varying amount according to the position of the throttle valve, and thus draws a varying amount of air and fuel through the mixing chamber and vaporiser to the engine according to the load on the engine. In *Suction Gas Engines* two hand-operated regulating valves are used on the mixing chamber, one for regulating the gas and one for the air. The governor throttle valve is also of a different type to that used for other fuels. See Fig. 11.

GENERAL DESCRIPTION—continued.

- 12—PISTON.** *See Fig. 2.* This is provided with several piston rings. The small end of the connecting rod is attached to the piston pin, which is securely fastened in the piston.
- 13—CONNECTING ROD.** *See Fig. 2.* Both the connecting rod and its cap are made of specially high-class steel stampings. Unusually large bearing surfaces are provided. The oil to the crank pin is led to an oil catcher ring (*see Fig. 4*) on the crank shaft, from whence it flows by centrifugal force through an oil hole drilled up through the crank web to the crank pin. The lubrication is therefore continuous, as the glass lubricators can be refilled without stopping the engine. (*See notes on Lubrication*).
- 14—CRANK SHAFT BEARINGS.** *See Fig. 4.* The crank shaft bearings are of extra large size, both as regards diameter and length. They are lubricated by means of revolving rings, the lower parts of which dip into lubricating oil contained in oil wells.

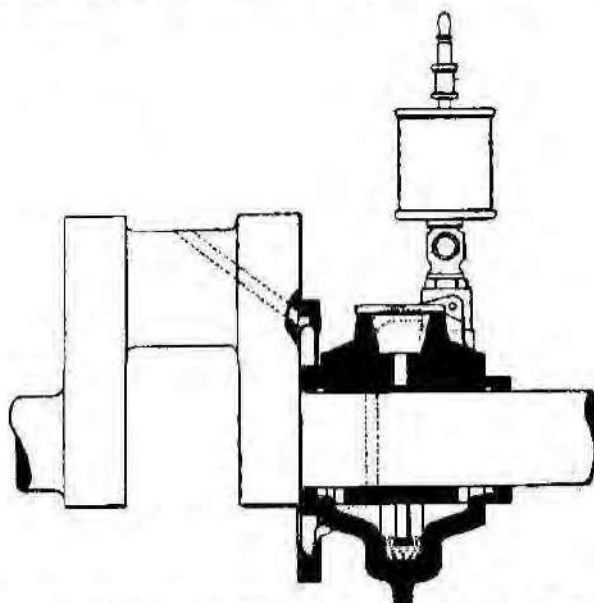


Fig. 4—Lubrication of Crank Shaft and Connecting Rod Bearings.

- 15—CAM SHAFT.** *See Fig. 5.* The cam shaft turns at half the speed of the crank shaft, so as to operate the valves once for every two revolutions of the engine. The cam shaft is driven by means of a worm wheel from a corresponding worm on the crank shaft.
- 16—GOVERNOR SHAFT.** *See Fig. 5.* The governor shaft turns at the same speed as the crank shaft and is also driven by a worm wheel from a crank worm. This shaft carries a centrifugal governor and is also used to drive the magneto.
- 17—ADMISSION AND EXHAUST VALVES.** *See Fig. 2.* These are arranged vertically in the breech end, the admission valve being placed immediately above the exhaust valve. The valves are operated mechanically by means of a hardened cam mounted on the cam shaft and operating suitable levers.

GENERAL DESCRIPTION—continued.

- 22—AIR SILENCER.** See Figs. 5 and 6. The suction of the air is silenced by passing all the air through a coconut matting sleeve in an air silencer attached to the mixing valve.

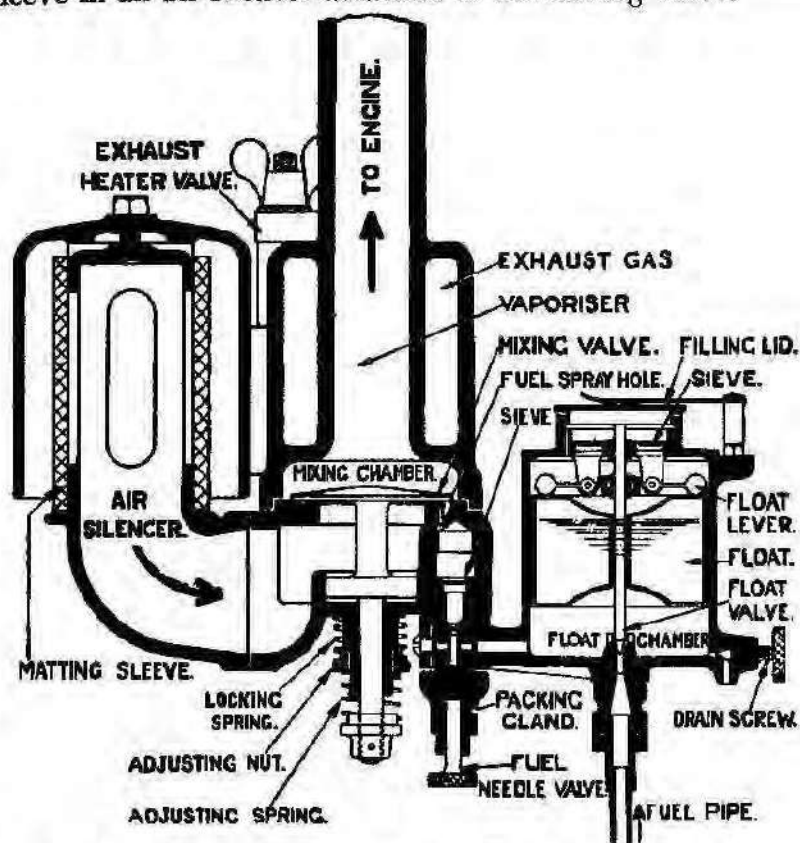


Fig. 6—Float Chamber, Mixing Valve and Air Silencer for all Liquid Fuels. Also Vaporiser for Paraffin and Alcohol Engines.

- 23—VAPORISER.** See Fig. 6. Paraffin and Alcohol Engines are provided with a vaporiser consisting of a passage for the exhaust gases passing round the fuel and air mixing chamber. The temperature of the vaporiser is regulated by a heater valve, which varies the amount of exhaust gases allowed to circulate through the vaporiser jacket. See paragraphs 34, 41 and 45.
- 24—QUALITY OF LUBRICATING OIL.** This is a *very important matter* and must on no account be neglected. Many engines have been seriously injured by the use of totally unsuitable quality of oil used by the owners, and, in consequence, we have been obliged to undertake the sale of suitable oil ourselves. We have made special arrangements with large oil manufacturers to supply a special quality oil for our engines, of suitable specific gravity, viscosity, flash point and boiling point, free from acid and any tendency to gum, and having the least possible tendency to produce carbon deposit. We earnestly recommend our friends to provide themselves with a supply of this oil. It should be borne in mind that the oil used in the cylinder of a gas or oil engine must stand flame temperature, and that any inferior oil, however good it may be for ordinary

STARTING—continued.

are lubricated ; also that there is oil in the bottom portion of the wheel guard to lubricate the worm wheels. It is a good plan to put a drop of oil at each end of main bearings before starting.

30—COOLING WATER. See that the cock on the bottom water pipe (see Fig. 3) is open so that water is free to circulate from the water vessel to the cylinder ; also that the water in the water vessel is well above the top pipe. If the *hopper* type of engine is in use, see that the hopper is full of water to within about 4 in. (100 mm.) of the top.

31—HALF COMPRESSION. Take out the pin which keeps the exhaust roller in position and slide the roller along to the right hand side, so that it will come under the little half compression cam. This will enable the engine to be started more easily owing to the compression being reduced.

32—MAGNETO. Move the magneto lever up until it is slightly above the horizontal position (but not quite as far up as it will go). This is to *retard the time of ignition*. If this is not done there is a *danger* of the engine kicking back when starting and possibly hurting the operator. See Fig. 8.

33—FUEL SUPPLY. *Towns Gas Engines.* Open the gas cock at the gas bag, and push the valve on the bag inwards to be sure of a good supply of gas. Set the gas cock handle on the engine to the "open" position.

For *Petrol and Benzol Engines*, open the needle valve (see Fig. 6) and the fuel cock on the fuel tank by unscrewing each of them three or four turns. Petrol will then flow into the float chamber until the level is nearly as high as the little spray hole under the head of the automatic valve.

For *Paraffin and Alcohol Engines* the float chamber must first be filled with *petrol* so that the engine may be *started with petrol*. Any paraffin which may be in the float chamber previous to starting, when the engine is cold, must be drained out by opening the needle valve three or four turns and then opening the drain screw at the bottom of the float chamber. Then close the drain screw and remove the small cover on the top of the float chamber and fill the float chamber with *good and fresh petrol* (stale petrol will not readily vaporise especially in cold weather), taking care to pass all the petrol through the gauze strainer provided so as to prevent any dirt getting in and interfering with the working of the needle valve. This can be noted by touching the top of the valve with one's finger. It will not be on its seat if it can be pushed downwards. If it cannot be pushed downwards, it will be on its seat and the chamber will then be filled to the right height. Then turn on

GENERAL DESCRIPTION—continued.

purposes, is unsafe in such an engine and may lead to many troubles. *The oil we recommend is Brand "H" Crossley Oil.* This may be obtained from us or our agents in either one, two, five or ten gallon drums. The price is cut very low and the use of this oil can be regarded as *an insurance* on the good working of the engine. Stocks of this Brand "H" Crossley Oil are kept at our Head Office, and also at all our Branches and Agencies.

- 25—LUBRICATING THE CYLINDER.** *See Figs. 1 and 2.* The cylinder and piston are lubricated from a sight feed lubricator, placed in a prominent position, which supplies an adjustable amount of oil to the front end of the cylinder.
- 26—LUBRICATING THE BEARINGS.**—The *Crank Shaft Bearings* (*see Fig. 4*) are lubricated by means of revolving rings, the lower part of which dip into lubricating oil contained in oil wells under the main bearings. The oil wells are filled from the top lids and when full the oil will be seen to begin to overflow through small holes drilled into the oil wells at the side of each bearing inside the engine bed. The *Connecting Rod Bearings* are lubricated from two sources. The small end (*see Fig. 2*) is lubricated automatically from the cylinder by means of oil passing down a little pipe in the top of the piston and dropping into cavity in the end of the connecting rod and then passing to the piston pin. The large end (*see Fig. 4*) is lubricated from an oil ring fixed on the side of the crank web. The oil is fed from a sight feed lubricator, from whence it drops into the ring on the crank web and then passes through a hole drilled in the crank to the crank pin. The *Cam Shaft and Governor Shaft Bearings* (*see Fig. 5*) are lubricated by feeding oil from a hand can occasionally to the oil wells on each bearing.
- 27—WORM WHEELS.** The worm wheel on the crank shaft, together with those on the cam shaft and governor shaft (*see Fig. 5*), are all lubricated by means of the worm on the cam shaft which runs in an oil bath.
- 28—COOLING THE CYLINDER.** This is effected by means of a water jacket (*see Fig. 2*) fed from a separate water vessel. Many engines are also constructed in which a *hopper* type of cylinder (*see Fig. 1*) is used, whereby the separate water vessel is dispensed with. Clean rain water is the best water for the purpose.

STARTING.

- 29—LUBRICATORS.** Before starting any engine, see that all lubricators are filled and are in working order, that there is no dirt in the oil catcher ring described in paragraph 13 and shown in *Fig. 4*, that the oil wells under the main bearings are full of oil, and that the governor shaft and cam shaft bearings

This gives the engine time to change over to paraffin and for the vaporiser to become hot. In some cases, such as with heavy paraffin and alcohol, the ignition can be with advantage *retarded* somewhat so as to accelerate the heating of the vaporiser, this being done by raising the magneto lever to about the middle position until the vaporiser is quite hot. It should then be lowered somewhat towards the *advanced* position again. With *Suction Gas Engines* the air regulating throttle valve will need to be regulated somewhat, after starting, to obtain the best mixture. **Never attempt to run the engine until the cock on the waste gas pipe of the gas plant has been closed.**

WORKING.

- 39—**After starting, the engine should not be put on its full load until it has been ascertained (a) that the working parts are being properly lubricated; (b) that the water is flowing properly through the cylinder jacket; (c) in Hopper Engines that the hopper is filled to within about 4 in. (100 mm.) of the top. With portable engines the rear road wheels must be pulled completely off the ground, by means of the chocks and bolts provided, and the swivel plates on the front axle bolted tightly together.

- 40—SPEED.** The speed may be varied while the engine is running by adjusting the tension of the speeder spring (*see Fig. 5*) attached to the governor lever. This is done by means of the milled nut. *In no case must the listed speed be exceeded unless definitely recommended by us for special purposes.*

For "Industrial" types size 1060 and 1065 engines may be run at any speed between 450 and 600 revs. per min., and size 1070 and 1075 from 400 to 550 revs. per min. For "Electric" types size 1060 and 1065 engines run at 600 revs. and size 1070 and 1075 at 550 revs. per min.

For "Portable" engines the speeds must not exceed 450 to 550 for size 1060 and 1065, and 400 to 500 for size 1070 and 1075.

- 41—IGNITION.** The faster the speed the more the ignition lever needs to be advanced (lowered). The slower the speed the more the ignition lever needs to be retarded (raised). *See Fig. 8.* The magneto is set, when the engine is tested, so that at the maximum list speed the magneto lever is as low as it will go. With *Suction Gas Engines* the ignition lever will require to be adjusted to suit the load on the engine and the condition of the producer plant. Generally speaking the ignition lever may be advanced, but if the fire in the producer is dull it can be made brighter by retarding the magneto lever to the middle position for a few minutes.

STARTING--continued.

the cock on the fuel tank by unscrewing it three or four turns. *If the engine fails to start it may be due to "air lock" in the fuel pipe (see paragraph 56).* In cold weather it may be desirable to fill the float chamber more than once (*see paragraph 38*).

For *Suction Gas Engines*, open wide the gas regulator and nearly close the air regulator (*see Fig. 11*). *See also Instructions for Working sent with the Gas Plant.*

- 34—**HEATER VALVE.** *See Fig. 6.* With *Paraffin and Alcohol Engines* the exhaust heater valve handle must be moved over as far as it will go in the direction marked OPEN. This will enable the vaporiser portion of the induction pipe to become heated by the exhaust gases as soon as the engine is started.
- 35—**STARTING HANDLE.** Put this in position on the crank shaft. (*Note.*—This is reversible and can be used on either side of the engine, but the cam shaft side is most convenient. To reverse the handle take the handle portion out of the claw portion and put it in from the opposite side).
- 36—**SIGHT FEED LUBRICATORS.** Turn *both* of these on and see that they are working properly.
STARTING. When the above mentioned points have been attended to, the engine is ready for starting.
- 37—**TOWN GAS ENGINES.** *See Figs. 2 and 5.* Open the engine gas cock (under the mixing valve) and then lift the indicator spindle (which protrudes through the top of the mixing valve body) for a few seconds to allow some gas to enter the mixing chamber. Then turn the flywheel round *very quickly* (the quicker the better), by means of the starting handle, until the engine begins to ignite its charges and work by itself. The starting handle is then automatically released and can be drawn off the crank shaft. Move the exhaust roller at once over to the left to obtain full compression and insert the pin to keep it in position. The lever on the magneto must then be moved downwards to nearly as far as it will go, to *advance the ignition*. If the engine is running at the highest list speed the magneto handle should usually be pushed down quite as far as it will go.
- 38—**PETROL, BENZOL, PARAFFIN, ALCOHOL, AND SUCTION GAS ENGINES.** Fill the little brass *priming cup* (above the throttle valve) with *good fresh petrol* and then unscrew the inner part a quarter of a turn (or less) to allow the petrol to dribble *slowly* in. Then immediately turn the flywheel round *very quickly* (the quicker the better), by means of the starting handle just as described above for Town Gas Engines. Then move the exhaust roller to full compression and lower the magneto lever to its working position as described above for Gas Engines. *Note.*—In the case of Paraffin Engines, do not put the full load on the engine until five minutes after starting.

WORKING—continued.

43—COOLING WATER AND TANK. Never work the engine without water in the jacket of the cylinder. When a water tank is used (*see Fig. 7*) it must be kept full by means of a ball cock (*see Fig. 3*). If the cylinder of the engine becomes much hotter than the water in the tank, it is a sign that the circulation is obstructed, and it should be attended to at once. The temperature of the water should not be allowed to exceed 130° Fah. (55° Cent.) The water pipe from the top of the cylinder to the top of the tank must slope upwards at every point. The pipe from the bottom of the cylinder to the bottom of the tank must have no bends where air can lodge.

44—HOPPER CYLINDERS. *See Fig. 1.* Engines provided with hopper cylinders must be kept well supplied with water. The water must never be allowed to boil away to such an extent as to lower the level of water (at the most) to more than half way down the hopper.

At the back end of the hopper bed two holes will be found with screwed plugs in them, one being at the bottom for the purpose of draining the water off in frosty weather, and the other at the top. The latter may be used for drawing hot water off (for any special requirement), or it may be used to run hot water to waste if a small supply of cold water is run continuously by a pipe into the top of the hopper, thus enabling the engine to run cooler at heavy loads.

45—TEMPERATURE OF VAPORISER. With *Paraffin and Alcohol Engines* the temperature of the vaporiser must be regulated by means of the heater valve (*see Fig. 6*) placed in the exhaust passage to divert more or less of the exhaust gases through the jacket surrounding the mixing valve. The heater valve can be fixed in any required position by means of the wing nut. About two-thirds open is the usual position, *but if the engine is only lightly loaded, it should be fully open.* With *Hopper Engines*, in which the cooling water is usually very hot, if not boiling, the exhaust throttle valve does not require to be kept open so far as with engines with tank circulation unless the engine is exposed to draughts or is working out in the open.

46—RUNNING AT NO LOAD OR LIGHT LOAD. When *Paraffin Engines* run for any length of time at or near no load there is a tendency for the vaporiser to become cool. This can be prevented by adjusting the needle valve to about one turn open and retarding the magneto lever to about the middle position, as shown in *Fig. 8*. This may also be done with Benzol, Alcohol, and Suction Gas Engines at no load or very light load.

WORKING—continued.

When an engine is being used continuously on a very small or light load, it would be advisable in the interests of economy to reduce the speed to suit the load.

Engines fitted with water tank circulation should have the water throttled when running on light load, in order to keep the outlet at such a heat that the hand can only just be retained upon it. This will tend to overcome the condensation which takes place on all fuels, especially when working on Town's or Producer Gas, and which has a bad effect on the liner, causing undue wear. It also prevents the tendency to short circuiting the sparking plug.

47—QUALITY OF LUBRICATING OIL. The use of a suitable quality of oil is both a "time saver" and a "trouble saver" with any internal combustion engine. Do not be led astray by thinking that any kind of oil is good enough, as this would be a "penny wise and pound foolish" idea. Further notes on this important matter are given in paragraphs 24 and 60.

48—LUBRICATION. *Cylinder and Piston.*—It is important that the right amount of oil is used. About 5 to 10 drops per minute is usually sufficient. If too much is used it may get behind the piston into the combustion chamber and become burnt to crusts, which later may become incandescent and either ignite new fuel charges as they enter the cylinder and thus produce little explosions as far back as the mixing valve, or they may ignite the new charges too early on the compression stroke. If too little oil is used the piston will become too dry, and in consequence both it and the cylinder, as well as the piston rings, will become worn. *Crank Shaft Bearings.*—Keep the oil wells under the bearings well supplied with oil and see that oil rings on the shaft continually revolve. *Connecting Rod Bearing.*—Keep the lubricator well filled and see that it drips oil regularly into the revolving oil catcher ring on the side of the crank; about 10 drops per minute is usually sufficient if the bearings are kept in good order. *Cam Shaft and Governor Shaft Bearings.*—See that these are kept sufficiently well oiled. *Gear Wheels.*—See that sufficient oil is retained in the oil bath.

49—STOPPING. To stop *Town Gas Engines*, first shut the gas cock at the gas bag and then shut the gas cock on the engine. To stop *Petrol, Paraffin, &c., Engines*, first shut off the fuel cock on the fuel tank and then screw up the needle valve under the automatic mixing valve. To stop *Suction Gas Engines*, close the gas regulator and open the air regulator on the mixing chamber and then *immediately* open the waste gas pipe on the suction plant. If this is not done there is DANGER of the gas escaping from the suction plant into the engine room.

WORKING—continued.

With *Paraffin Engines* there is a tendency for the ignition to "knock," especially if the cooling water is very hot, such as with *Hopper Engines*, and also when the engine is heavily loaded. This may be partly counteracted by retarding the ignition by moving the magneto lever upwards, and can also be reduced (a) by moving the exhaust heating lever partly (rather more on *Hopper Engines*) over to the left hand side to reduce the temperature of the vaporiser, and, if necessary (b) by increasing the tension on the spring under the automatic valve by lowering the adjusting nut, this having the effect of somewhat reducing the compression and at the same time making the mixture stronger. The upper spring acts only as a lock to prevent the adjusting nut moving except when adjusted by hand. Generally speaking, the less compression on the lower spring the better, so do not lower the adjusting nut without good reason, such as to prevent irregular or noisy ignition. If it is found necessary to use tension on the spring, an early opportunity must be taken of examining the strainer gauze, No. 9705. It will probably be found to require cleaning. Any noisy ignition, due to the use of an inferior quality of paraffin, can be reduced considerably by adding about 10 per cent. of petrol or benzol to the paraffin.

- 42—FLOODING OF FLOAT CHAMBER.** See Fig. 6. If this should happen it is a sign that some dirt has entered the chamber and got under the needle valve. This can usually be put right by simply turning the valve round backwards and forwards with one's fingers and at the same time pressing it on its seat. Flooding may also take place if the cover of the float chamber is not securely held on its seat by the flat spring provided on the top.

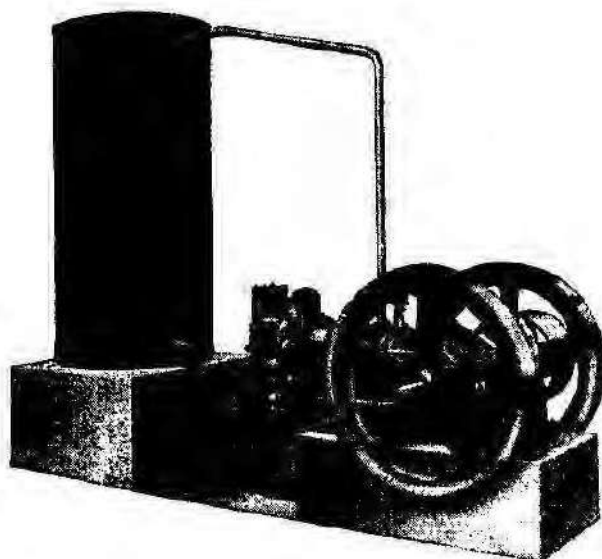


Fig. 7—Arrangement of Engine with separate Water Tank.

WORKING—continued.

When an engine is being used continuously on a very small or light load, it would be advisable in the interests of economy to reduce the speed to suit the load.

Engines fitted with water tank circulation should have the water throttled when running on light load, in order to keep the outlet at such a heat that the hand can only just be retained upon it. This will tend to overcome the condensation which takes place on all fuels, especially when working on Town's or Producer Gas, and which has a bad effect on the liner, causing undue wear. It also prevents the tendency to short circuiting the sparking plug.

47—QUALITY OF LUBRICATING OIL. The use of a suitable quality of oil is both a "time saver" and a "trouble saver" with any internal combustion engine. Do not be led astray by thinking that any kind of oil is good enough, as this would be a "penny wise and pound foolish" idea. Further notes on this important matter are given in paragraphs 24 and 60.

48—LUBRICATION. *Cylinder and Piston.*—It is important that the right amount of oil is used. About 5 to 10 drops per minute is usually sufficient. If too much is used it may get behind the piston into the combustion chamber and become burnt to crusts, which later may become incandescent and either ignite new fuel charges as they enter the cylinder and thus produce little explosions as far back as the mixing valve, or they may ignite the new charges too early on the compression stroke. If too little oil is used the piston will become too dry, and in consequence both it and the cylinder, as well as the piston rings, will become worn. *Crank Shaft Bearings.*—Keep the oil wells under the bearings well supplied with oil and see that oil rings on the shaft continually revolve. *Connecting Rod Bearing.*—Keep the lubricator well filled and see that it drips oil regularly into the revolving oil catcher ring on the side of the crank; about 10 drops per minute is usually sufficient if the bearings are kept in good order. *Cam Shaft and Governor Shaft Bearings.*—See that these are kept sufficiently well oiled. *Gear Wheels.*—See that sufficient oil is retained in the oil bath.

49—STOPPING. To stop *Town Gas Engines*, first shut the gas cock at the gas bag and then shut the gas cock on the engine. To stop *Petrol, Paraffin, &c., Engines*, first shut off the fuel cock on the fuel tank and then screw up the needle valve under the automatic mixing valve. To stop *Suction Gas Engines*, close the gas regulator and open the air regulator on the mixing chamber and then *immediately* open the waste gas pipe on the suction plant. If this is not done there is DANGER of the gas escaping from the suction plant into the engine room.

WARNINGS—*continued.*

the crank shaft is turned round this tooth must enter the space marked O on both the wheel on the governor shaft and the wheel on the cam shaft. *Make quite sure* that this is done correctly.

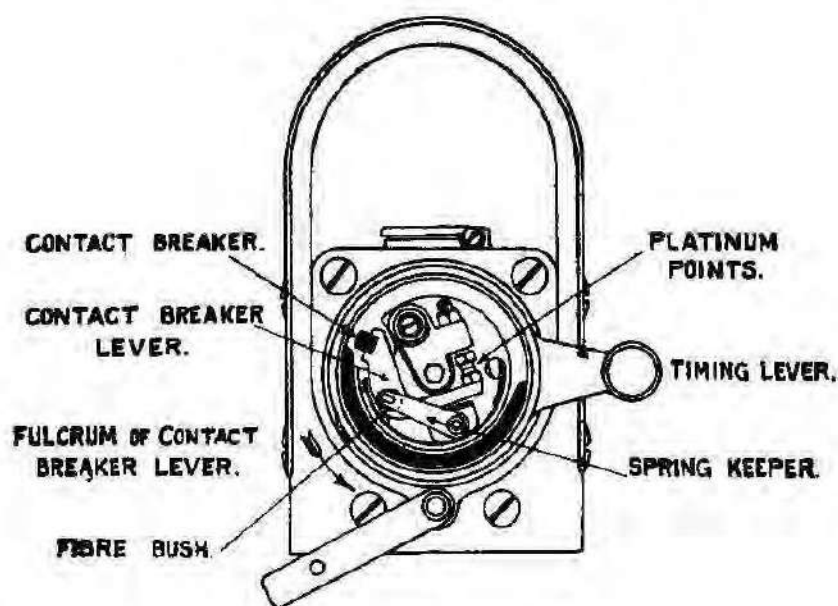


Fig. 8—Magneto Details.

60—QUALITY OF LUBRICATING OIL. We again call attention to this important matter. *See paragraph 47.* So many engines have been ruined by the use of improper oil that we were obliged to go to great expense and trouble in making prolonged experiments with many varieties of oils. The results of our experience is embodied in the Brand "H" Crossley Oil which we stock at Head Office and at all Branches and Agencies. We also again remind users that our guarantee of satisfactory working is contingent on a lubricating oil being used which is either sold by or approved by us. *See also paragraphs 24, 47 and 51.*

61—LUBRICATION. Do not stint oil when engine is new. See that the oil pipe, which feeds oil from the sight feed lubricator to the large end of the connecting rod, does not touch the oil collecting ring on the crank web; otherwise the oil may not get into the ring and the crank pin would become overheated. *NOTE.*—The oil which drips from the cylinder into the back portion of the bed (*see Fig. 2*) must not be used again for lubrication purposes on the engine, but it may be used for other less important machinery.

62—GEAR WHEELS. Keep these well supplied with oil.

WARNINGS—continued.

it is *very dangerous* for any gas to leak into the engine room, because it has no distinct smell, but at the same time is *very poisonous to inhale* (see paragraph 49). An automatic safety valve prevents any gas escaping from the engine.

- 54—STARTING.** Remember that the quicker the engine is turned by hand when starting, the stronger is the electric current, the hotter is the spark for ignition, and the more certain is the engine to start.
- 55—SPEED.** The engine must not be run at a speed greater than that for which it is intended. Size 1060 and 1065, maximum speed 600 revolutions per minute ; size 1070 and 1075, maximum speed 550 revolutions per minute. See paragraph 40.
- 56—FUEL PIPE.** For Petrol, Paraffin, &c., Engines. This pipe, if taken from the tank down to the ground and then up to the float chamber, is sometimes liable to become "*air locked*" so that when the fuel cock is opened on the tank the fuel does not flow through the pipe into the float chamber. The remedy is to uncouple the pipe from the float chamber and bend the end down towards the ground ; when turned on a little of the fuel will then run out and carry any air out with it. Then shut off the fuel and couple up the pipe to the float chamber when the fuel will be found to flow properly. The small sieve between the float chamber and the sprayer jet must be cleaned occasionally. See paragraph 76.
- 57—RETARDING IGNITION WHEN STARTING.** *Danger.* The engine must never be started unless the ignition is retarded, otherwise there is a danger of the charge in the cylinder being ignited before the crank has passed the back dead centre, in which case the direction of rotation of engine and starting handle may be suddenly and powerfully reversed, with the possibility of injury to the attendant. See Fig. 8.
- 58—MAGNETO.** *In no case should the armature of the magneto be removed from the magneto itself, nor should the horse-shoe magnet be taken off the machine.* In either case the magnetism will be at once impaired. The magneto cable must be kept clean and dry and must not be allowed to touch any part of the engine, except the magneto and the sparking plug.
Important.—When pulling the engine round with the ignition wire disconnected or the plug out, the end of the wire should be "*shorted*" on the engine. Otherwise a full pressure spark is formed without any outlet, and the magneto may be damaged internally.
- 59—GEAR WHEELS ON CAM SHAFT AND GOVERNOR SHAFT.** It is *most important* that these wheels are geared correctly with each other. Marks "00" will be found on the end of one of the teeth of the crank shaft worm wheel. When

WARNINGS.

WITH ALL ENGINES after the fuel is shut off, stop the sight feed lubricators working. When the engine has stopped turn the flywheel backwards until the compression is felt. In this position all valves are closed and any tendency to moisture condensing on the sparking points is prevented.

WARNINGS.

IMPORTANT TO OWNER.

- 50—GUARANTEE.** Our guarantee for this engine is contingent on the fuel and lubricating oil being approved by us and the engine being worked according to the recommendations in this Instruction Book.
- 51—FROST.** If the engine is exposed to frost when not working, the water must be drained from the cylinder jacket by taking out the plug at the back end of the bottom of the bed, or, better still, by means of a tap screwed into the water inlet pipe. Neglect of this precaution may cause breakage. Greater attention must also be given to lubrication because lubricating oils become very sluggish in cold weather.
- 52—WATER JACKET.** Never start the engine unless there is water in the jacket and unless the cock is open on the water pipe between the engine and the water tank. Never let the water level fall below the top pipe in the water tank. If a "*Hopper*" Engine is used (see Fig. 1), never let the water level get more than half-way down the hopper. *QUALITY OF WATER.*—In districts where the water is "hard" or contains much lime, chalk, mud, &c., it is necessary to examine the water jackets periodically. An inspection plug is provided for this purpose on the back of the cylinder. Special care should be taken to remove any scale from the water spaces which surround the admission and exhaust valve passages, the combustion chamber and the cylinder liner. If the scale formed is excessive it is advisable to find a better water supply or to soften the water artificially before use. *If the scale is allowed to remain and increase, it may lead to the fracture of the insufficiently cooled parts.* Beware of simply running water through the cylinder jacket without the use of a water tank, especially if the water is "hard," because when this is done, the new water continually deposits its lime, &c., in the jackets. Clean *rain* water is the best water to use, as this is always "soft."
- 53—ESCAPE OF FUEL.** Keep naked lights away from gas bags of *Town Gas Engines*, and float chambers and fuel tanks of *Petrol, Benzol and Alcohol Engines*. Never look for leaks in fuel pipes, &c., with naked lights. With *Suction Gas Engines*

MAINTENANCE—*continued.*

have received careful attention, detach the insulated wire from the sparking plug and hold that end of the wire close to, but not touching, some bright part of the engine. Turn the engine round as quickly as possible, when a spark should be produced at the end of the wire, if the magneto is in good order.

If a spark can be produced as described above, but no spark can be produced in the cylinder, remove the sparking plug and wipe the points quite clean and dry; then, with the insulated wire connected to the plug, fix the plug upon some metal having a good earth "connection" (on some bright unpainted part of the engine will do), and again turn the engine, when a spark should be produced between the points of the sparking plug. If no spark is produced, even when constantly repeated, the following points should be carefully examined—

- 71—MAGNETO MACHINE.** See that the magneto machine is kept clean and free from damp, dust, or oil, any of which, if allowed to get into the armature or on the other parts of the magneto, may destroy insulation and cause trouble. The bearings of the magneto must be occasionally, but very sparingly, oiled; one or two drops a week is ample. If too much is used it is liable to get on the collecting or slip ring and ignition will become uncertain. This ring may be examined by removing the plate to which the cable is attached and any oil removed.

Occasionally the spring fixed to the small carbon brush or pencil which presses against the collector ring prevents the brush operating. This brush should be quite free.

Setting the Magneto.—The only adjustment necessary is at the platinum points of the contact breaker (*see Fig. 8*). At the instant when the armature has just passed the magnet and the electric current is strongest, the platinum points become separated. The gap between the platinum points when they become separated *should* be $\frac{1}{64}$ th in. (0.4 mm.) *This requires extremely careful setting* (a small spanner with a gap gauge pivoted to it is included with the spare parts). At all other times the platinum points are pressed together by a light spring. In the illustration shown in *Fig. 8*, the contact lever is just about to break the contact between the platinum points, by means of the end of the revolving lever touching the end of stationary half ring. These two parts are shown in heavy black in the illustration.

Should the platinum contacts become uneven or unduly pitted (*but only then*), they may be carefully filed with a small and *very* smooth file, and when the points come together they *should* rest squarely. The clearance must be re-adjusted as described above after filing the points. *In no case should the*

WARNINGS—continued.

- 63—BEARINGS.** Do not let any bearings run hot for want of a little occasional attention to the oil supply. A very little precaution in this way can easily save a very great deal of trouble.
- 64—FILTER FOR LUBRICATING OIL.** We recommend an oil filter to be provided (especially now that lubricating oil is so expensive) through which all the oil which finds its way to the front portion of the bed can be sieved, cleaned, and made ready for use again. We can provide such a filter if required. Price on application.
- 65—SPARE PARTS. IMPORTANT.** See lists at end of book. We strongly recommend that *certain different spare parts should be kept in stock (a) in every engine house in Great Britain ; (b) in every engine house outside Great Britain. See paragraph 85, which also tells you how to order the parts.*
- 66—REPAIRS.** Always make adjustments and repairs as soon as they are found to be necessary. If undue wear or other trouble is suspected, order new parts for stock so that they may be ready instantly when required. See list at end of book.

MAINTENANCE.

Routine examinations and overhauls are the secrets of successful running.

- 67—DUST AND DIRT.** Protect the engine as far as possible from all dust and dirt, which may otherwise cause rapid wear of both the cylinder and bearings. Care must be taken that the air supply is not drawn from a heated or impure source, as this would reduce power.
- 68—AIR SILENCER.** Keep this clean and keep the matting free from fluff or other obstruction. The engine must have ample air for combustion ; there must therefore be no undue restriction of the supply.
- 69—ELECTRIC IGNITION. IMPORTANT.** The whole of the electric ignition apparatus must be kept perfectly clean, free from damp, and in thorough good order. To ensure this, attention must be carefully given to the following points, especially if the ignition apparatus should fail to produce a spark :—
- 70—SPARKING PLUGS.** The plugs used are special ones which have given great satisfaction with the fuels for which they are respectively used. See that the sparking points are clean and free from moisture and the *points the right distance apart. Test this with the gap gauge on the magneto spanner.* Should the ignition fail to give a satisfactory spark when the above points

MAINTENANCE—*continued.*

be heard splashing inside. To repair a float every drop of fuel must be extracted and the puncture closed with a *very small* amount of soft solder. If much solder is used the float will become too heavy.

- 76—MIXING VALVE.** The mixing valve must always have free action. The only restriction on the lifting of the *Town Gas* mixing valve is its own weight, and it must always fall to its seat when the engine stops, otherwise there would be a leak of gas.

In engines using *Petrol, Paraffin, Benzol* and *Alcohol*, an adjustable spring is provided, but this is seldom required in actual practice, and little or no spring pressure is necessary.

Note.—The little sieve above the needle valve and under the fuel spray hole should be examined occasionally and any foreign matter removed. The needle valve body secures the float chamber to the mixing valve and can readily be screwed out when the sieve will be seen in the top of it.

Particular care should be taken when dismantling or re-assembling not to damage the mixing valve spindle by dropping the whole valve on the floor. See that it is quite free when ready for running.

With *Suction Gas Engines* the gas regulating handle can almost always remain full open when the engine is running. The air regulating handle needs adjustment to suit the conditions of the fire in the suction plant. The gas throttle valve spindle and gas and air check spindles must be kept well oiled to prevent tendency to stick in their bearings when engine is standing, due to condensation of water or tarry deposits.

- 77—PISTON AND RINGS.** Engines working with paraffin should have their pistons taken out and cleaned every two months. If working with other fuels, once every three months. Should any ring be inclined to stick in its groove it may be freed by dipping the end of the piston for a few minutes in very hot soda water. (*See also paragraph 82*).

- 78—ADMISSION AND EXHAUST VALVE.** These should be cleaned occasionally and, if necessary, ground into their seatings with a mixture of emery powder and oil. Special care should be given to the cleaning of any carbon deposits on the valves, and to the grinding in of the exhaust valve. With *Paraffin Engines* each valve should be examined and cleaned once every month; engines working with other fuels, once every two or three months. If the engine is worked when the seating of the exhaust valve is leaking, the hot gases will very soon

MAINTENANCE—continued.

burn it away and thus necessitate a new valve. There must be no tendency for the exhaust valve to lift except when operated by its lever; if it does tend to lift, it will be a sign that its spring has lost its strength, and that a new one is required. *Valve Settings.*—These should be such that when the nose of the cam is on the opposite side of the cam to either roller (that is to say, when the valve is closed), *the clearance between the end of the valve stem and its lever is 1/64th in. (0.5 mm.),* or about the thickness of the gap gauge on the magneto spanner. Suitable means of adjustment of the clearance are provided on the bottom of the admission valve push rod, and on the exhaust valve lever. See that the locking nuts are very securely fastened when the correct clearance is obtained.

Lubricate the exhaust valve spindle occasionally with a few drops of paraffin through the tube at the side.

- 79—ADJUSTMENT OF BEARINGS.** *Crank Shaft Bearings.*—The oil wells should have their *oil completely renewed every 300 or 400 working hours.* The oil should be drained out by taking out the screw plug which will be found under each bearing inside the bed. Then replace the plugs and refill the oil through the hinged cover on the top until the oil begins to run out at the other hole inside the bed just above the plug. The bearings only need adjustment occasionally. After disconnecting lubricating oil pipes and taking the bearing caps off, the top halves of the bearings can be removed and the lower halves can then be twisted upwards. Be sure to always place them correctly in the position from which each was taken. When adjusting the bearings each half must be screwed up metal to metal, the requisite clearance being obtained by scraping the inside of bearings just sufficiently to allow the engine to run without knock or heating up. *On no account is the clearance to be obtained by adjusting the nuts on the bearings.* The filing and bedding down of bearings should only be entrusted to a skilled mechanic. *Connecting Rod Large End Bearings.*—Frequent attention should be given to the lubrication of this important part. Make sure that the oil pipe is not allowed to touch the revolving oil catcher ring. When any adjustment is required to the bearing carry it out just the same as explained above for the main bearings. At the same time make sure, after filing and scraping the bearing, that the collars of the connecting rod bolts between the steel connecting rod and its cap are also adjusted in thickness so as to relieve the brasses from undue strain when the connecting rod bolts are tightened up. *No engine must be allowed to run with a perceptible knock in the connecting rod bearings,* as a severe strain would be put upon the connecting rod bolts, and this may cause a breakdown. The breaking of a connecting rod bolt when the engine is at work may lead to a serious, if not dangerous, accident. If this bearing bush should become worn it must be

MAINTENANCE—continued.

armature of the magneto be removed from the magneto machine itself, nor should the horse shoe magnets be taken off the machine; otherwise, in either case, the magnetism will be impaired. When fixing the magneto in position by means of the setscrews underneath, it must be pushed well against the coupling, so that there is little or no clearance between them; otherwise there may be irregular ignition.

Damp weather may cause the fibre bush of the contact breaker lever to swell. This would produce sluggish working of the lever and irregular ignition due to the uncertainty of breaking of contact. To remedy this, the contact breaker lever should be taken off, the pin on which it works should be polished, lightly oiled, and the bush slightly eased so as to allow the lever to work quite freely.

72—MAGNETO COUPLING. *Particular care must be taken when this coupling is assembled, otherwise the spark will take place at the wrong time. On the magneto driving disc and the clutch marks "00" are shown at adjacent positions to show how they are to be put back after dismantling. The marks "00" on the end of the governor shaft and these on the coupling must come together, so also must those on the coupling and on the driving disc on the magneto. The driving disc is pinned to the magneto armature spindle so as to prevent slipping.*

73—INSULATED WIRE. See that this is in good, clean condition, free from damp, and does not touch any part of the engine except the terminal on the sparking plug and the terminal of the magneto. At these points the contact must be clean, dry and effective. Also make sure that the cable is not broken and is pierced by the contact screw on the magneto.

74—FUEL TANK. See that no fluff, dirt or other foreign matter is allowed to get inside the tank. Any water will sink to the bottom of the tank and should be looked for and drained out periodically.

75—FLOAT CHAMBER AND FLOAT. This must be kept scrupulously clean, otherwise the little needle valve will not seat properly when the float rises, and in consequence the fuel will continue to run in and then flood over. The remedy is to twist the valve round several times while pressing it down on its seat with one's finger, but sometimes it may be necessary to empty both the chamber and the fuel pipe and clean out all traces of dirt. The float will need no attention unless it is roughly handled, in which case it is possible that a puncture will occur and its buoyancy will be paired, possibly to such an extent that it will not float at all. If fuel should leak into it, it may be ascertained by shaking it to find if any liquid can

MAINTENANCE—continued.

replaced with a new one. *Cam Shaft and Governor Shaft Bearings.*—If these should ever wear, which is unlikely, they can be bushed with bronze bushes. (*For adjustment of these bearings in relation to gear wheels, see paragraph 81*).

80—CONNECTING ROD BOLTS. Some insurance companies advise their clients to *replace* their connecting rod bolts with new ones, *every two or three years*, in order to prevent any possibility of breakage of bolts which may have been working in a loose condition, or which may have been over-stressed if the piston has jammed in the cylinder owing to the engine having been run either without sufficient lubricating oil or without sufficient water in the jackets. *This replacement is a very wise precaution.* These bolts are made of a special quality of material and undergo a special form of heat treatment which makes them much stronger than ordinary steel, which latter must therefore on no account be used for repairs. *Note.*—These special steel bolts must *not* be annealed.

81—WORM GEAR WHEELS. These must be kept in good order and adjusted closely into gear as soon as any wear occurs. To know whether any adjustment is required, simply grasp the cam shaft in the hand and note whether this perceptibly reduces the noise of running. If it does so it is a sign that the worm wheel on the end requires raising slightly into gear. To effect this take off the flywheel. A piece of very thin sheet brass, called a "shim," must then be put under the cam shaft bearings (at the crank end of the shaft) between the bearing and the square steel bolt on which it rests. It is not necessary to take the parts to pieces to do this. The brass shim is made with a slot in one side and can therefore be pushed in past the bolt and between the parts if the nut on the top of the bearing is slacked back. In a similar manner the governor shaft bearing can be lowered so that the governor worm will go closer into gear. In this case, instead of putting an extra shim in, a shim must be taken out. If a shim is not available use thin tough paper. When the insertion or withdrawal of a shim has been effected, and before the flywheel has been replaced, the engine should be run for a few minutes and, while running, the nuts securing the governor shaft bearing and the side shaft bearing should be slacked back just a little, one at a time, to allow the shafts to align the bearings automatically and prevent them running warm, and then tightened securely up again. Then stop the engine and replace the flywheel. For correct gearing of these worm wheels, *see paragraph 59*. There are two keyways in the cam shaft worm wheel, and if the teeth should become worn so much that further lifting upwards of the wheel does

MAINTENANCE—continued.

not secure silent working, turn the cam shaft wheel half way round and refit the key in the other keyway.

82—DISMANTLING. The *cylinder* liner can be withdrawn from the bed by first taking off the four nuts at the back of the cylinder and also removing the connecting rod, piston and cylinder lubricator. To take out the piston the connecting rod large end bearings must be uncoupled.

The *piston* should not be taken out unless cleaning or a new ring is needed. The large end of the connecting rod only need be uncoupled to enable the piston to be drawn out. Scrape any oil crusts from the back of the piston. It is not necessary to remove any carbon from the surface of the piston between the rings, but if any ring is stuck it may be freed by soaking the end of the piston in paraffin for a few hours. It is also not necessary to remove the rings from their grooves, providing they are quite free. (*See also paragraph 77*). When replacing the piston *be careful that the steady pins in the grooves fit into the gaps in the rings*, otherwise the rings may get broken when pushing the piston back into the cylinder. Never run the engine with a broken piston ring, as this would damage the cylinder. When wear of the piston rings occur, replace the back ring only at first. Never replace more than one ring at a time.

To remove the *admission valve*, detach the gas mixing valve (or, on Petrol, etc., Engines, take out the screws which secure the induction pipe), the vertical pusher rod, and the governor lever. The two nuts may then be taken off and the valve block withdrawn from the cylinder. Take care of the copper washer joint between valve block and cylinder.

To remove the *exhaust valve* the flywheel must be turned round until the exhaust roller is clear of the cam. The valve must be held down on its seat by means of the grinding handle (sent with the accessories). The cotter pin in the nut, near the lower end of the spindle can then be withdrawn, and the nut screwed off, this being followed by the collar and spring. The valve may be then be lifted out.

It should seldom be necessary to take the *crank shaft* out. If any of the crank shaft bearings are required to be adjusted they can be removed without disturbing the shaft itself. If the bearing caps are taken off, the upper half of each bearing can be removed. The lubricating oil ring must then be turned round until the spring joint is at the top when it can be sprung apart and threaded out. If a block of wood is then put under each flywheel to support their weight, the lower half of the bearing can easily be twisted out.

In assembling flywheel the keys are to be a good fit as no slackness is permissible, being very dangerous. A new key is essential in this case, as packing strips would not do under any consideration.

AIR COMPRESSOR.

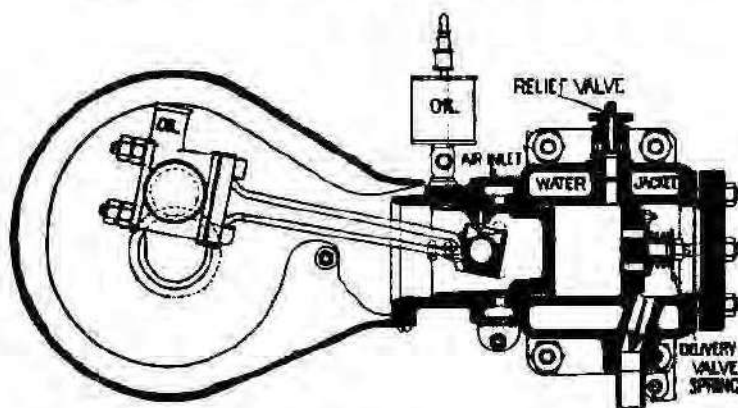


Fig. 9—Section of Air Compressor.

83—The instructions on the next page for working the Air Compressor when combined with the engine must be carefully adhered to.

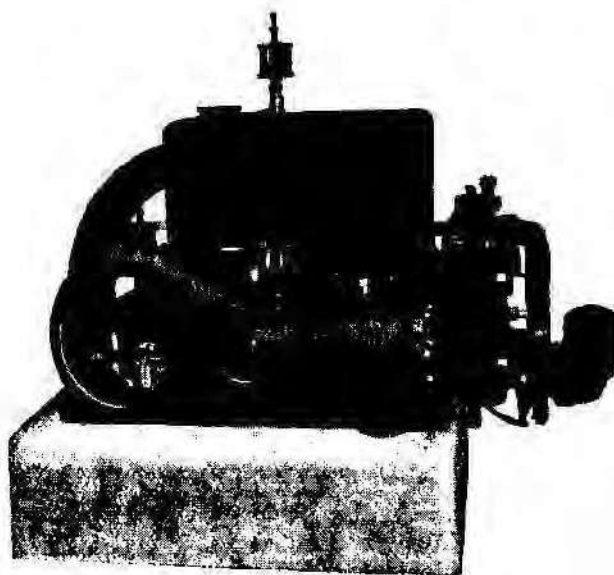


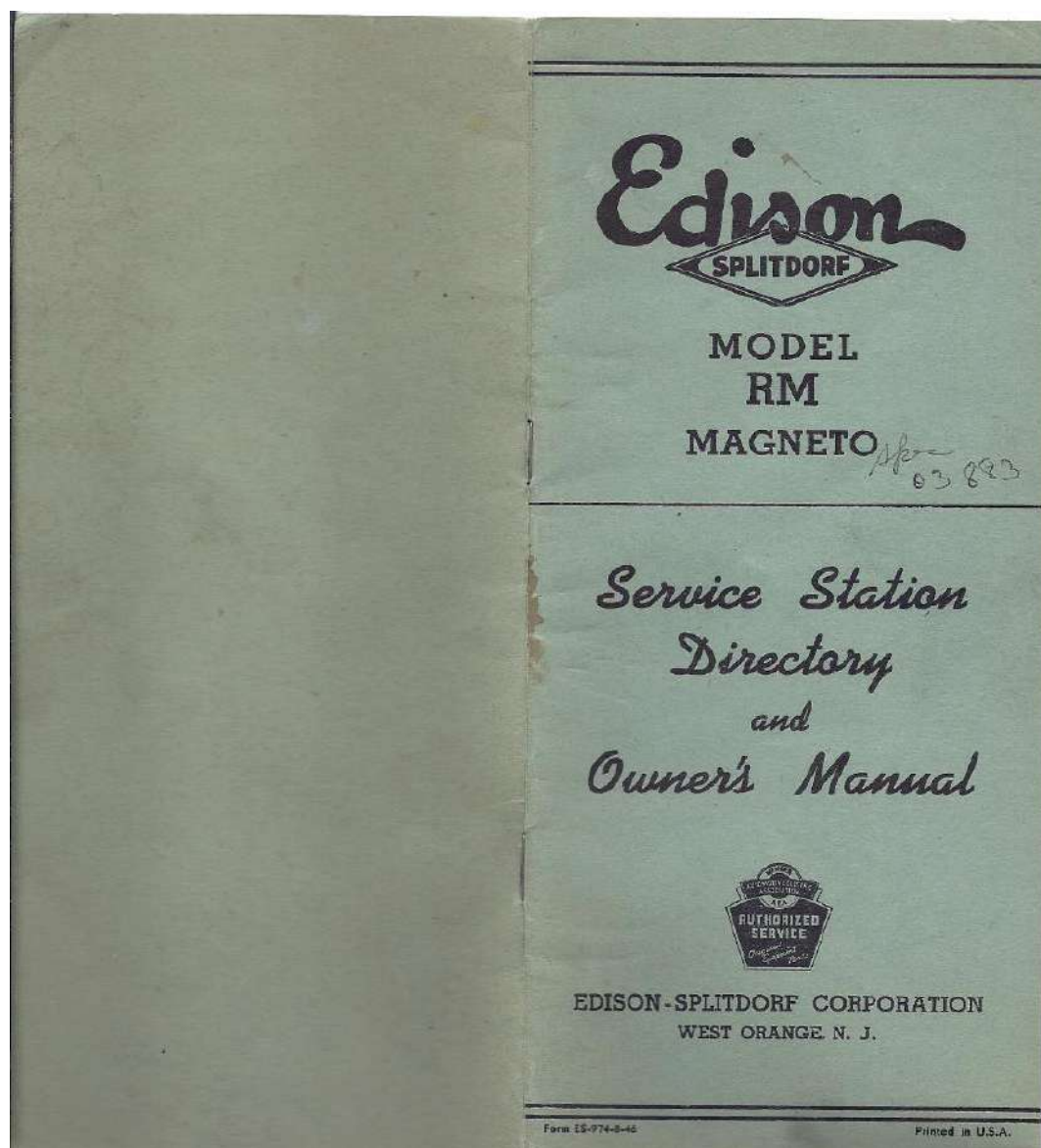
Fig. 10—Combined Engine and Air Compressor.

Speed.—Not to exceed 500 revolutions per minute.

Temperature.—Do not overheat by compressing air for long periods with water boiling in the hopper ; open the relief valve on the compressor cylinder for a time and complete the charging of the receiver later. *See paragraph 44.*

Bijlage 8 Edison-Splitdorf ontstekingsinrichting

Engelstalige beschrijving en instructies voor de bediening en onderhoud van de Edison Splitdorf ontstekingsinrichting van de Crossley hulpmotor van het dieselgemaal De Antagonist.



OWNER'S MANUAL

Edison

RM MAGNETO

The EDISON RM Magneto is an all-enclosed, general purpose machine of the rotary magnet type for practically all types of spark ignition engines. The machine is fixed spark and built for base or flange mounting. It is manufactured in the following types:

RM-1—Single cylinder for small HP one cylinder industrial engines.

RM-2—Two cylinders for tractors, industrial equipment, marine and agricultural machinery.

RMG-2—Two cylinders (same as RM-2) except with gear driven distributor firing at 180 degrees or at 90-270 degrees.

RM-4—Four cylinders for all classes of 4 cylinder engines.

RM-6—For six cylinder engines.

The EDISON RM Magneto is designed and built to the highest standards, and is capable of giving reliable service for a very long period of time. It is fully guaranteed by the Edison-Splitdorf Corporation in accordance with the printed statement on Page 20.

INSTALLATION

Rotation. All magnetos are built, or adjusted, to operate in a given direction of rotation. When ordering a magneto, or when installing one, be sure that the direction of rotation is correct. Rotation is right hand (clockwise), or left hand (counter clockwise), when viewed from the drive shaft end.

If the owner desires to install the magneto for the first time or make a re-installation thereafter, the following will be useful.

Before attempting to install the magneto, the parts should be checked as follows:

1. See that the direction of rotation, marked on the magneto by an arrow, is correct for the engine.

2. If the magneto is base mounted
 - a. See that the shaft height fits the engine.
 - b. See that the proper adjustable coupling and float member are available to connect the magneto to the magneto driving shaft of the engine.
 - c. In replacing old magnetos having a removable base, that base is usually retained and applied to the new magneto.
5. If the magneto is flange mounted
 - a. See that the magneto flange fits the engine flange.
 - b. See that the magneto drive lugs fit and engage properly without binding when the magneto is bolted fast.
 - c. Inspect the flange gasket.

NOTE: Different engines vary as to the exact form of magneto required and as to the precise details of mounting. Magneto Service Stations cannot always furnish an exact fit without seeing the old magneto being replaced.



Edison RM Magneto with Flange Mounting Base

Timing. To time an RM Magneto to the engine proceed as follows:

1. Crank the engine until number one piston is just passed (5°) top center on the compression stroke. This may be determined by feeling with a wire through the spark plug opening. On some engines the flywheel is marked to show top center position. This is the position of the engine for timing number one cylinder.
2. Connect a short length of ignition cable to number one terminal of the magneto. For clockwise magnetos, this

- is the lower left hand terminal looking at the front of the magneto. For counter-clockwise magnetos, number one terminal is at the lower right. Bring the free end of this cable close to the metal magneto housing. Turn the impulse starter by hand, one click at a time, until a spark occurs between the cable and the magneto. This shows that the internal parts of the magneto are now in the approximate position for firing number one cylinder.
3. Timing is completed by attaching the magneto to the engine.
 - a. For base mounted magnetos, see that the ring member of the metal coupling is loose and free to turn about the cone. Without turning the magneto shaft or the engine shaft, place the magneto on its pad with the float member loosely in place, line the magneto up, and make fast the holding bolts. The impulse starter and float may now be turned backwards about 90° (¼ circle) which permits a lever inside the instrument to drop into place for a repetition of the same spark observed in the preceding step. Then rotate the parts in the running direction very slowly and carefully noting exactly where the starter makes a sharp click. At exactly that point the cone and ring members of the coupling should be clamped together very tight but with the float having a slight end-wise freedom. This completes the timing but it should be done accurately.
 - b. For flange mounted magnetos, pick up magneto with its shaft in the position described in Step 2 above, note the position of the slots in the driving shaft of the engine, tilt the whole magneto enough to permit the lugs on the magneto to enter those slots, and push the magneto back into place. Then rotate the whole body of the magneto in the same direction that the shaft turns for about 90° (¼ circle) to allow a lever inside the instrument to drop into place. Then rotate the whole magneto in the direction opposite that which the shaft turns until the impulse just snaps. That is the position in which the magneto should be made fast.
 4. Connect one cable from number one terminal to number one spark plug and note the firing order of the engine. Connect cables from cylinders in that order to successive magneto terminals proceeding from number one in the direction the magneto distributor travels. This is opposite from the direction the magneto shaft rotates for all machines which have a moulded front cover extending the full height of the magneto. In those machines which have a smaller square front cap, the distributor rotates with the magneto shaft in the same direction.
 5. If the magneto has a grounding terminal, connect it to the stopping switch, the other terminal of which connects to some metal part of the engine.

Final. If the directions have been correctly followed, the magneto is now properly installed and ready to be connected to any spark control linkage that may be used on the equipment. If the machine is new, do not oil it at the start. (See directions for lubricating under "CARE AND MAINTENANCE".) Note that the engine will not start unless the ground switch is in the "on" or open position. Also it is well to crank the engine over once or twice with the ground switch in the "off" or grounded position before starting. This will draw in a charge of gas and will test that the impulse starter (if there is one) is functioning properly as shown by a sharp click. If the starter clicks, the switch may be turned on and the engine started safely. If the impulse starter does not function, take the machine to an Authorized EDISON-Splitdorf Service Station because the cranking handle of the motor may kick back and do injury if the impulse starter is not functioning.

CARE AND MAINTENANCE

The most important factors in the proper care of the magneto are cleanliness and lubrication. Where the magneto has an impulse starter, the starter seldom requires any attention.

Cleaning. The outside of the magneto should be wiped off as required to keep it neat, clean, and dry. Once or twice a year (or more often for heavy service) remove the distributor block for cleaning and inspection. Wipe or brush out the breaker compartment and mechanism, and wipe out the distributor block. Also, pull out the rotating distributor spool and wipe it off, testing that all carbon brushes work freely and have a little spring tension. Whenever the block is removed, it is desirable to check the contact points. (See the section "CONTACT POINTS".)

LUBRICATION

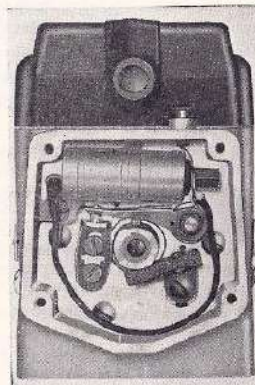
All bearings are grease packed and further lubrication is not necessary until overhaul time when they must be repacked. Use Calol Special Roll grease (light) or equal. At the same time wipe a light film of oil over the magneto cam. Apply a drop of oil to circuit breaker bearing stud and a few drops to the felt pad lubricator at the cam.

CAUTION: NEVER GET OIL ON THE CONTACT POINTS OR APPLY OIL SO FREELY AS TO FLOW OVER THE INTERIOR OF THE MACHINE.

CONTACT POINTS

Contact points on any magneto may get dirty and worn with use. Even on new magnetos which have been standing out of use for some time, it may be necessary to clean off any film of oxide before starting the magneto into service. It is advisable to inspect contacts occasionally. This may be done by removing the distributor block. Contacts are in perfect condition when the contact surfaces are clean, fairly even, and show a fine grained or frosty appearance. If they are only slightly dirty or pitted, they may be cleaned and resurfaced with crocus cloth or fine sandpaper. In doing this, care must be taken to keep a true surface so that points meet evenly and squarely, and to be sure no shreds or particles of dirt are left between the contact surfaces. Contacts that are badly worn must be replaced.

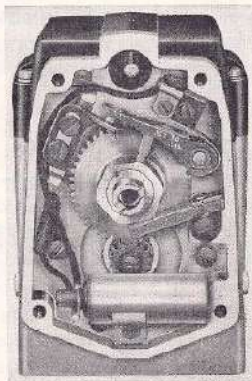
Contact points must be correctly adjusted. If the maximum opening is less than .014" or more than .016", adjust them to come within those figures.



Circuit Breaker View of RM-1, RM-2 Magnetos

Always check this condenser for electrical leakage. This is a problem area for the single cylinder models. Lots of bad condensers out there. They do not improve with age whether installed or sitting on a shelf, especially in the soggy Northwest. They are made of unobtainium but not to despair, Retrofit to follow in the service section.

6 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.



Circuit Breaker View of RMG-2, RM-4, RM-6 Magnetos

IMPULSE STARTERS

An impulse starter is a spring mechanism at the drive end of the magneto to facilitate starting by turning the magneto shaft much faster than the cranking speed, at the same time automatically retarding the spark.

The starter on RM Magnetos needs no attention in use.

TESTING

If the ignition system is suspected as being the cause of any difficulty in starting or running, it may be checked as follows. Before applying these tests see that there is a supply of fuel and that it flows freely to the carburetor. If the magneto has an impulse starter, see that it operates when the engine is cranked. Be sure that the ignition switch is turned on. If these items are right proceed with these tests.

1. Remove all spark plugs with wires attached and lay them on their sides on the engine, having the firing points well clear of any nearby metal part. Then check that each plug has a gap setting of .025 inch.
2. Crank the engine (smartly if there is no impulse starter). Turn the engine until the impulse has clicked as many times as there are cylinders (or until magneto has fired once around) noting whether any plugs do not fire.
3. Where no spark occurred at the plug, remove the wire, hold it $\frac{1}{8}$ inch from the cylinder and re-crank the engine until this cylinder is passed. If a good spark occurs between the wire and the engine, the plug of that cylinder is faulty and should be cleaned or replaced.

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

7

4. If no spark occurs in Test No. 3, remove that cable from the magneto and fasten another short wire to that magneto terminal, bringing the free end within $\frac{1}{8}$ inch of the magneto frame or engine. Re-crank the engine until this cylinder is passed. If a good spark occurs, the cable is faulty and should be replaced.
5. If no spark occurs in Test No. 4, remove the magneto distributor block and examine the contact points as described on page 5, "CONTACT POINTS". Also pull out the distributor spool, clean it, and inspect the brushes for smooth action.
6. Replace distributor spool and block and repeat Test No. 4.
7. If a good spark is now produced, the magneto may be assumed to be in good condition. If more than one faulty plug or cable was present, each may be detected by the above tests.
8. If tests up to and including No. 7 do not produce a good spark, the magneto should be taken to an Authorized EDISON-Splitdorf Service Station for further examination.

If the ignition system is found to be in good condition by these tests and trouble still persists, it is apparent that the search should be directed to other parts of the equipment or to the accuracy of timing.

PARTS AND SERVICE

Every Authorized EDISON-Splitdorf Service Station is equipped to render prompt and expert service, and to make any repairs or adjustments that may be needed incidental to continued use of the machine.

EDISON-Splitdorf Service Stations are appointed with the greatest discretion, and only after a thorough investigation as to their fitness to properly represent the EDISON-Splitdorf Service organization and to reflect its high standards. They will be found to possess proper equipment for the repair of EDISON-Splitdorf Magnetos, and a personnel trained through long experience in the handling and servicing of magnetos.

The market is flooded with imitation magneto parts, usually offered at attractively low prices to snare the unsuspecting. A precision machine like the EDISON RM Magneto cannot perform its expected functions when handicapped with the burden of spurious repair parts. It is just as important that replacement parts should be EDISON-Splitdorf-made as that the original parts were genuine. Patronize Authorized EDISON-Splitdorf Service Stations as a protection to yourself.

The use of spurious parts automatically abrogates the EDISON-Splitdorf Warranty.

The multi cylinder models had much better condensers that seem to last and are also much easier to replace. An automotive side bracket mounting device will fit but may need the bracket bent slightly to clear the gear.

8 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.

WARRANTY

EDISON - Splitdorf Magnetos and Parts are guaranteed to be free from defects of material or workmanship, under normal use and service, for a period of 90 days from the date of sale to the first actual user.

EDISON - Splitdorf Corporation will repair or replace, without any charge whatsoever, any such material of its manufacture, which when presented for examination to an Authorized EDISON-Splitdorf Service Station, or to the factory, is found to be defective.

EDISON-SPLITDORF CORPORATION

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

9

SERVICE STATION DIRECTORY

ALABAMA

CITY	NAME	ADDRESS
Birmingham	Birmingham Electric Battery Co.	2230 Second Ave., So.
Decatur	R. J. Compton	203 Oak St.
Montgomery	Auto Electric Service Co.	231 Milton St.
Mobile	Mobile Elec. Garage	213-15 St. Louis St.

ARKANSAS

El Dorado	Magneto Service & Supply Co.	420 East Main St.
Helena	Delta Magneto Company	409 York St.
Little Rock	555, Incorporated	Broadway, 23 to 31 Streets
Stuttgart	Wagner & Wortman Co.	247 North Stone
Trumann	Trumann Hardware Co.	Highway 63

ARIZONA

Coolidge	Valley Garage	
Mesa	Mesa Auto Electric Co.	
Phoenix	"CHARLIE" C. JONES BATTERY & ELEC. CO.	318 W. Jefferson St.
Nogales	Universal Electric Company	331 Morley Ave.
Tucson	Southwest Auto Electric Co.	247 North Stone
Yuma	Harris Auto Parts	179 E. First St.

CALIFORNIA

Bakersfield	H. E. Jaynes & Son	2301 Chester Ave.
Chico	O. J. Fortberg	121 W. 6th Street
Colusa	I. G. Zumwalt Co.	9th & Market St.
Eureka	Wm. E. Cookson	Seventh & G Sts.
Fresno	San Joaquin Battery & Electric Co.	1444 Van Ness Ave.
Hullerton	Don V. Eichen	114 N. Maiden Ave.
Hollister	Hollister Battery Co.	4th & East Sts.
Long Beach	Auto Electric & Speedometer Co.	216 E. Anaheim St.
Long Beach	United Service	541 E. Anaheim Blvd.
LOS ANGELES	UNITED SERVICE & SUPPLY	
	MARVEL CARBURETOR SALES CO.	2222 S. Figueroa St.
Los Angeles	Brochman Ignition Works	1450 Long Beach Ave.
Los Angeles	Jones & Chubb	1314 Newton St.
Marysville	Electric Hospital	5th & O Sts.
Merced	Harris Electric Service	843-17th St.
OAKLAND	H. G. MAKELIM MAGNETO REPAIR CO.	2342 Valdez St.
Ontario	McCarter & Thrall	301 West A St.
Paso Robles	Hubbard & Hubbard	1253 Spring Ave.
Porterville	Porterville Battery Works	2d & Oak Sts.
Porterville	Vern's Specialty Shop	Box 385
Redding	Kite's Electric Service	California & Stasta Sts.
Richmond	Bowman & Wood	1408 McDougal Ave.
Sacramento	Calahan & Plerson	1781 J St.
Santa Ana	United Automotive Service	302 E. 5th St.
Santa Barbara	Martin De Piazzi	914 Chapala St.
San Bernardino	Place Automotive Electricians	333 S. Street
San Diego	Carlson & Simpson	State & Ash St.
SAN FRANCISCO	H. G. MAKELIM MAGNETO REPAIR CO.	1523 Howard St.
San Pedro	Wakeman & Moseley	481-10th St.
Santa Maria	Magneto & Electric Service	320 N. Broadway
Santa Rosa	Harry B. Trembley	Third & B Sts.
Stockton	Auto Electric Co.	233 N. Hunter St.
Taft	Butlin & Clark	528 Main St.
Taft	McCarty Bros.	106-4th St.
Taft	Ray's Auto Service	505 Kern Avenue
Tulare	Garlock Auto Electric Co.	154 King & J Sts.
Turlock	Heckendorff's Auto Electric Service	79 California St.
Ventura	Anderson Auto Electric	202 W. Center St.
Vitalia	Seneg & Leuger	
Whittier	Whittier Auto Electric Works	121 N. Milton Ave.

COLORADO

Akron	Fassler Machine Shop	120 North Weber
Colorado Springs	Drandall-Bryan Company	43 W. 9th Ave.
DENVER	SPITZER ELECTRICAL CO.	1343 Acorn St.
Denver	Brown Battery & Electric Co.	1171 Lincoln St.
Denver	Central Supply Co.	1541 Cleveland Place
Denver	Magneto Specialty Works	16 West Hampden
Englewood	Colorado Auto Service	509 Main St.
Fort Morgan	Williams Auto Electric Service	
Haxson	Doc's Battery & Electric	
Holyoke	C. H. Schmidt	
Itasca	H. L. Case	
Lamar	Motor Supply Co.	517 Main St.
Longmont	John L. Bigger	518 Cleveland Ave.
Loveland	Porter E. Glasgow	136 Washington Street
Monte Vista	Joe Riegenbach	

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

10 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.

COLORADO—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
Orid	Reichelt & Beal	
Rocky Ford	Rocky Ford Auto Parts	961 Elm Avenue
Sterling	Marsau Auto Electric	109-11 S. Second St.

CONNECTICUT

Bridgeport	D'Elia Electric Co., Inc.	1330 Fairfield Ave.
Danbury	Bumphy Bros.	141 White St.
Hartford	Hartford Automotive Service	118 Albany Ave.
New Haven	Auto Electric Sales & Service Co.	120 Goffe St.
New London	Green Automotive Service	741 Bank St.
Torrington	Hartram Auto Electric Co.	176 E. Main St.
Waterbury	A & P Battery & Electric Co.	25 Willow St.

DISTRICT of COLUMBIA

Washington, D.C.	Miller-Dudley	1716-14th St., N. W.
------------------	---------------	----------------------

DELAWARE

Wilmington	John C. Schwind	607 French St.
------------	-----------------	----------------

FLORIDA

Daytona Beach	R. J. Robertson	412 N. Beach St.
Fort Lauderdale	Booley Battery & Electric Service	635 W. E. First St.
Gainesville	White Electric & Battery Co.	736 W. University Ave.
Jacksonville	Canley United Service	625 Hogan St.
Jacksonville	Gilbert's Magneto Exchange	12 E. Beaver St.
Jacksonville	Spencer Elec.	40 W. Beaver St.
MIAMI	ELECTRICAL EQUIPMENT CO. OF FLORIDA	42-58 N. W. 4th St.
Orlando	Generator & Magneto Exchange	503 W. Central Ave.
Pensacola	Gulf Marine Supply Co.	
St. Petersburg	Frank & Murray	44-7th St., So.
TAMPA	SPENCER AUTO ELECTRIC, INC.	607-9 Cass St.
W. Palm Beach	Sutcliffe's Electric Co.	222 N. Olive St.

GEORGIA

Albany	Kearney Auto Parts Co.	112 Front St.
ATLANTA	AUTO ELECTRIC & MAGNETO CO.	477 Spring St., N. W.
Atlanta	Automotive Sales & Service Co.	10-12 Harris St., N. E.
Atlanta	Magneto Sales & Service Company	18 Pine St., N. W.
Augusta	Bowers Auto Electric Co.	555 Broad St.
Columbus	J. B. French	1425-1st Ave.
Columbus	J. L. Pead Company	1235-1239 First Avenue
Savannah	Savannah Electric & Magneto Co.	411 E. Liberty St.
Valdosta	R. H. Bassford	Cor. Patterson & Valley Sts.

IDAHO

BOISE	DAKLEY AUTOMOTIVE	1101 Idaho St.
Idaho Falls	Idaho Falls Battery Co.	
Lewiston	Dorman Diesel & Electric Co.	8114 Ninth Street
Moscow	Nelson Auto Electric	
Pocatello	Billmeyer's, Inc.	240-248 So. Arthur

ILLINOIS

Anna	Mowery Electric Shop	120 W. Davis St.
Aurora	United Auto Service, Inc.	47 So. Lake St.
Belleville	Blinn Bros. Battery & Electric Service	404 E. Main St.
Belvidere	Burt's Auto Electric & Battery Co.	116 E. Pleasant St.
Bloomington	Bloomington Battery Service, Inc.	207-09 South East
Carlin	Krook Battery & Electric Co.	227 N. First Ave.
Centralia	Heltkamp Electric Service	209 North Poplar St.
Champaign	Fred Swanson Machine Shop	24 E. Columbia Ave.
Chicago	Balantyne Service Corp.	717-23 W. 66th St.
Chicago	Crawford Ignition Co.	2301 N. Pulaski Road
CHICAGO	ILLINOIS AUTO ELECTRIC CO.	2013-37 Indiana Ave.
Chicago	Pellet Magneto Co.	2448 S. Wabash Ave.
Chicago	Splitfire Battery & Ignition Co.	3434 North Asland Ave.
Chicago	West Side Ignition Co.	4549 W. Washington Blvd.
Clinton	Low's Garage	309 West South
Danville	Hornor Auto Electric Service	209 W. Main St.
Decatur	Decatur Battery Service, Inc.	343 E. Main St.
Dixon	Garage Supply Company	205 East First Street
Effingham	R. & B. Electric Shop	100 S. 4th St.
Elgin	Francis J. Adams	280 So. Grove St.
Freeport	Freeport Battery Service Garage	11 N. Adams St.
Galesburg	Galesburg Machine Works	260 S. Seminary St.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

11

ILLINOIS—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
Harvard	Leech Auto Parts	17 N. Ayers St.
Jacksonville	Welborn Electric Co.	232 W. Court St.
Joliet	Zisser-Bachstrom Co.	4 N. Michigan St.
Kankakee	Electrical Equipment Co.	231 Dornbom St., No.
Lincoln	Auto Electric Service	617 Pulaski St.
Macomb	Slesher Battery & Electric	341 N. La Fayette
Maitoon	Auto Electric Co.	1905 Charleston Ave.
Mendota	Snyder Auto Electric Service	911-6th Ave.
Morris	Varland Implement Company	216 W. Washington St.
Murphysboro	Jackson County Battery Co.	
Mt. Carmel	Deck Hill Battery Service	
Mt. Vernon	National Auto Supply	10th & Jordan St.
Oak Park	Nilsen Auto Electric Service Co.	830 No. Blvd.
Ottawa	Ross Electric Co.	313 West Madison
Palton	Johnson's Elec. Shop	107 E. Fell St.
Peoria	Automotive Ignition & Service Co.	522 Franklin St.
Peoria	Electrical Testing Co.	306 Knoxville Ave.
Portia	Well's Battery & Electric Service	309 No. Oak St.
Princeton	George M. Bower Tractor Service	436 So. Main St.
Quincy	Abbott Electric Co.	115 North 10th St.
Radford	Peterson Battery & Electric Co.	207 So. Winnebago St.
Rockford	Eric J. Gustafson	413 So. Winnebago St.
Rock Island	Loise Automotive Service	430 - 17th St.
Salem	Oil Field Engine Works	1 Mile West on Highway 50, R. 2
Springfield	Chapin Electric Co.	407 Jackson St.
Sterling	Mylin's Agricultural Store	221 E. 3d St.
Sycamore	Butzow's Magneto Shop	325 Elm St.
Taylorville	R. B. Reams Electric Service	Park & Webster
Waseka	Waseka Magneto & Electric Service	500 West Walnut

INDIANA

Anderson	Auto Electric Service Co.	
Brownsburg	Magneto Exchange	
Celina	J. L. Horrey Battery Co.	226 Mulberry St.
Columbus	Norden Electric Co.	331 Franklin St.
Crawfordsville	Snyder Battery & Electric Co.	
Elkhart	Auto Specialties Co.	216 W. Tyler St.
Evansville	Meutoux Auto & Machine Co.	517-21 Locust St.
Evansville	National Battery Co.	R. W. 4th & Bond Sts.
Fort Wayne	Auto Electric Service	Baker at Harrison
Hammond	Quint Brothers	257-9 Douglas St.
INDIANAPOLIS	EQUIPMENT SERVICE CO.	727 North Illinois St.
Kokomo	Reed Electric Service Co.	
Lafayette	Sommerville & Zimmerman	16 Zakath St.
Lafayette	Glenn Electric & Battery Co.	10-12 N. 2d St.
LaPorte	Borgers' Auto Electric Service	610 Indiana Ave.
Logansport	Excel Auto Repair	611 North St.
Marion	Glosser Electric Co.	10th & Washington St.
Muncie	Auto Equipment Service	215 N. Franklin St.
New Castle	Earl S. Harlan Electric Co.	1529 Broad St.
Richmond	Auto Electric & Carburetor Service	29 So. 8th St.
South Bend	Gill Auto Service	302 N. Michigan Ave.
Terre Haute	Terre Haute Battery & Elec. Co.	32 N. 5th St.
Terre Haute	Smith & Becker Elec. Service	1027 Wabash Ave.
Valparaiso	Stephens Service Co.	E. Lincolnway
Vincennes	Auto Electric Service	14 So. 6th St.

IOWA

Algon	Thompson Distributing Company	
Arrastrong	Pape's Garage & Electric Service	
Atlantic	Jones Tire & Electric Service	411-413 Walnut St.
Belle Plaine	F. L. Sarkot Auto Supply Company	807-809 - 13th Street
Boone	Erickson Auto Electric Service	7th & Keeler Sts.
Burlington	Meacham's Electric Service	540 N. Main St.
Carroll	Automotive Electric Service, Inc.	
Oscar Rapids	Auto Electric Shop	407 - 2nd Ave., S. E.
Charles City	Klimesh Battery & Electric Co.	712 E. Clark St.
Clinton	Rae Craddock Service	48 Main St.
Creston	Stearns Auto Electric Service	
Davenport	Enals Electrical Service	218 Iowa St.
DeWitt	Dubler Battery & Electric Service	710 - 6th Ave.
Des Moines	Electrical Service & Sales Co.	1313 Walnut St.
Des Moines	Magneto Carburetor & Electric Co.	1308 Grand Ave.
Dubuque	Central Battery & Electric Co.	55-73 Main St.
Estherville	Electric Motor Service	524 First Ave., South
Fairfield	Crandalls	
Fort Dodge	Electric Service Co.	866 1st Ave. No.
Fort Madison	Wright Motor Company	915 Avenue G
Grinnell	Hunter's Electrical Service	809 Fifth Avenue
Hampton	Iowa Battery Service Station	
Harlan	Petersen Battery Service	
Ida Grove	Charles W. Gemmill	

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

12 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.

IOWA—Continued

CITY	Name	ADDRESS
Iowa City	Pyramid Services	220 S. Clinton
Jefferson	Hamilton Electric Service	108 S. Chestnut
Le Mars	Lehlers Tire Hospital	
Marshalltown	U. S. Battery & Electric Co.	101 So. 3d Ave.
Mason City	Central Auto Electric Co.	25 1st St. S. W.
Muscatine	Harry A. Trimm Electric Service	Front & Sycamore St.
Oskaloosa	Swartz's Magneto Service	212 N. "A" St.
Ottumwa	Friday's	115 So. Washington
Red Oak	Looker Bros. Garage	
Shenandoah	Bird's Auto Electrical Service	418 W. Sheridan Ave.
Sigourney	A's Magneto Carburetor & Elec. Service	324 Ringgold
Sioux City	Charles S. Wilson	627 Water St.
Spencer	Dickinson Electric Co.	
Storm Lake	Auto Electric Service	
Waukegan	Central Battery & Electric Co.	303 E. 7th St.
Washington	Lowless Implement Store	

KANSAS

Abilene	Meade Battery & Electric Co.	315 N. Spruce St.
Anthony	Bolmer Electric Shop	
Asland	Floyd Blackley	
Atwood	C. H. Frye Electric Shop	State & Third Sts.
Beloit	Beloit Battery & Electric Co.	
Burr Oak	Anderson Oil Company	24 E. Central
Caldwell	Dorman Electric Co.	
Chester	Dennett Equipment Company	
Clay Center	H. N. Tugbols Battery & Electric Service	510 Lincoln Ave.
Coffeyville	Orville W. Coker	1115 E. 8th St.
Colby	Dougherty's Electric Service	540 Lake St.
Coldwater	Auto Electric & Machine Shop	
Concordia	C. C. Anderson Company	715 Lincoln Street
Conway Springs	H. L. Montgomery	
Dighton	Fairview Cooperative Oil & Supply Co.	
Dodge City	Davis Electric Co.	403 W. Chestnut St.
El Dorado	Hudson Battery & Electric Co.	417 So. Main St.
Emporia	Boehmery Electric Co.	
Eureka	Eureka Magneto Co.	
Fort Scott	Johnson Electric Service	9 Market St.
Garden City	Kemper Electric Co.	Minor Row
Garrett	Logan Electric Service	
Goodland	Turner Battery & Electric Co.	110 E. 13th St.
Great Bend	J. D. Bradley	Main Street
Greeensburg	Grinnell Electric Shop	
Grinnell	Fairbairn Garage	
Haviland	Baggall & Sytina Electric Service	121-22 E. 8th St.
Hays	Zackar Brothers	14 W. Walnut St.
Herington	A. C. Arnold Electric Service	
Hixie	Hilton Electric Co.	122-24 E. Sherman St.
Hutchinson	A. H. Davis Electric Service	202 N. Washington
Iola	J. O. Ringenberg Magneto & Electric	
Jelmore	N. E. Hobson & Son	121 Ave. A East
Kingman	Ray Parker Electric Co.	112 Ave. C. West
Kingman	S & K Battery Company (Smith & Kennedy)	
Larned	Smith's Electric Service	Main & Michigan Sts.
Larora	Jaeger Company	
Leoti	Chatham Electric Co.	500 N. Kansas Ave.
Liberal	Smith Electric Company	222 No. Kansas Avenue
Lyons	Turner Battery & Electric Co.	
Manhattan	Sager Electric Co.	117 N. 3rd St.
Marion	Nelson Super Service	115 E. Main
Marietta	Wall Auto Supply	718 Broadway
McPherson	O. C. Swanson Electric Co.	301 N. Maple
Nashville	Stewart Garage	
Newton	Bonesteel Magneto Service	125 N. Broadway
Norton	Hutchinson Battery & Electric Co.	109 W. Main St.
Oberlin	Oberlin Auto Electric	211 South Penn.
Otis	L. E. Kertz	
Parsons	Walterscheid Farm Equipment Co.	2011 Broadway St.
Pilsen	J. J. Vindisck	
Piassa	Richardson Motor Company	
Prairie	K. W. Electric Co.	518 S. Main St.
Protection	J. J. Edmonston	
Russell	Turner Battery & Electric Co.	218 West Hwy 40
SALINA	E. S. COWIE ELECTRIC CO.	216 W. Ash St.
Seymour	Harry Ford	
St. Francis	Marion Electric Shop	
Topoka	Lester Automobile Battery & Electric Co.	212-14 E. 6th St.
Triune	Mifflin-Lampie Electric Service	
Wadena	Harris Garage	
Wellington	Titus Electric Company	121 E. Harvey
Wellington	Jack Lane Chevrolet Co.	310 No. Washington
WICHITA	E. S. COWIE ELECTRIC CO.	226-230 S. Topeka Ave.
Winfield	Barber Magneto Electric	214 West 9th

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

13

KENTUCKY

CITY	NAME	ADDRESS
LEXINGTON	UNITED SERVICE CO.	178 E. High St.
LOUISVILLE	ELLINGSWORTH AUTO ELECTRIC CO.	1003-05 E. Broadway
Louisville	Fulton, Conway & Co., Inc.	819 W. Main St.
Owensboro	Collet Brothers	118 St. Ann St.

LOUISIANA

Abbeville	L. J. Buteaud	
Audubon	Audubon Battery Co.	710 E. 4th St.
Baton Rouge	John Di Maggio	Brashear and First
New Orleans	Auto Electric & Radiator Co., Inc.	715 St. Joseph St.
NEW ORLEANS	JOHN M. WALTON	1009 St. Charles Ave.
Shreveport	Magneto Ignition Service Co.	804 Louisiana Ave.
Shreveport	Chain Battery & Auto Supply, Inc.	729 Marshall St.

MAINE

Auburn	R. I. Mitchell, Inc.	Turner St. at Pleasant
Bangor	A. L. Ebbeson	600 Main St.
Lewiston	Palmer King Motor Co.	171 Middle St.
Presque Isle	Garland's Auto Electric Shop	Church St.

MARYLAND

BALTIMORE	STEPHEN SETH & CO.	876-880 Park Ave.
Baltimore	Parks & Hall, Inc.	1031 Cathedral St.

MASSACHUSETTS

BOSTON	W. J. CONNELL CO.	121 Brookline Ave.
Boston	Lenk Electric Co.	1305 Boylston St.
Cambridge	Superior Electric Service	266 Massachusetts Ave.
Fall River	Louis E. Duford	263 Pleasant St.
Fitchburg	Fitchburg Auto Electric Co.	17 Snow St.
Framingham	W. H. Barr Battery & Service Station	245 Howard St.
Gloucester	Emery W. Davis	Rogers St.
Greenfield	Krudine's Automotive Service	Federal St.
Lawrence	Edward Connor Battery & Ignition Service	630 Essex St.
Lowell	Markus Motor Service, Inc.	Cor. John & French Sts.
Lynn	Pete's Auto Electric Service	Broad St.
Lynn	C. F. Hallin	11-13 Market Square
North Adams	Ward, Inc.	218 Ashland St.
Norwood	Klep's Auto Electrical Service Co.	12 Build St.
Salem	C. F. Hallin Co.	290 Derby St.
Salem	Gee. D. Grant, Jr.	29 New Derby St.
Springfield	L. W. Jaeger Ignition Company	2040 Columbus Ave.
Springfield	E. B. Atmus Company	109 Dwight St.
Waltham	Waltham Automotive Corp.	215 Lexington St.

MICHIGAN

Alma	Brown's Garage	230 W. Superior St.
Alpena	Electric Garage	141 Washington St.
Ann Arbor	A & L Battery & Electric Service	529 S. Main St.
Battle Creek	Haddock Bros.	19 Green St.
Battle Creek	Battle Creek Auto Electric Co.	43 N. McCamney
Bay City	Valley Electrical Service Co.	1011 Washington St.
Benton Harbor	Auto Electric Service	246 West Main St.
DETROIT	AUTO ELECTRIC & SERVICE CORP.	90 Selden Ave.
Detroit	Greenleaf, Inc.	2225 E. Jefferson Ave.
Detroit	Dix Auto Electric Service	3923 W. Vernor
Detroit	Klann Auto Electric	10350 Harper Ave.
Detroit	M. & M. Electric Service	935 W. Warren Ave.
Detroit	Knorr Maynard, Inc.	3743 Woodward Ave.
Detroit	Magneto Sales & Service Co.	1230 W. Fort St.
Flint	Kennedy Motor Parts	1223 N. Saginaw St.
Flint	Ross Sales & Service	1531 Detroit St.
GRAND RAPIDS	ROWERDINK, INC.	62-68 Commerce Ave., S. W.
Grand Rapids	Reliable Tire & Accessories Co.	49 La Grave Ave.
Jackson	Hill Piston Service	622 E. Michigan Ave.
Jackson	M. & W. Auto Electric	202 Clinton St.
Kalamazoo	M. & T. Battery & Electric Co.	131 W. Kalamazoo St.
Kalamazoo	R. M. Ralston Co.	205 N. Park
LANSING	WHITMORE AUTO ELECTRIC	305 River St.
Lansing	General Parts & Service, Inc.	531 N. Grand Ave.
Ut. Clemens	Auto Electric Shop	169 N. Grand Ave.
Muskegon	Reliable Tire & Accessories	433-444 W. Western St.
Pontiac	Auto Electric Shop, Inc.	40 W. Pike St.
Port Huron	Ray Sparlings Battery & Electric	611 Huron
Royal Oak	Rolls Battery Service	511 So. Main St.
SAGINAW	RUSSELL ELECTRIC CO.	1915 N. Michigan Ave.
Sault Ste Marie	Electric Equipment Co.	129 W. Spruce St.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

14 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.

MINNESOTA

Albert Lea	Smith Tire & Electric	216 S. Washington Ave.
Alexandria	Friday's Auto Electric Co.	110 5th Ave. E.
Austin	Austin Carburetor & Electric Co.	211 E. Maple St.
Crookston	Crookston Mfg. Co.	411-415 N. Main St.
Detroit Lakes	Haverson Auto Parts & Service	628 Lake Ave.
Duluth	United Electric Service Co.	301-3-5-7 E. Superior St.
Fergus Falls	Olson Auto Electric	121 Cavour St.
Glenwood	Walter Bencke Garage	712 W. 10th St.
Hallock	Kittson County Implement Co.	Main St.
Mankato	Mankato Service	628 So. Front St.
Minneapolis	Powder Electric Co.	2401 Nicollet St.
MINNEAPOLIS	REINHARD BROS. COMPANY, INC.	11 South 9th St.
Minneapolis	Raymond Auto Electric	107 St. 10th St.
Morris	Highland Bros.	763 Atlantic Ave.
Montevideo	Wagon Auto Electric	112 So. First St.
New Urm	Auto Electric Service	110 N. Broadway
Northfield	Burvil Implement Company	112 2nd St., N. W.
Pinestone	Stardwest Auto Electric Co.	318 1st Ave., S. W.
Rochester	Alexander Auto Electric	108 E. 3rd St.
Redwood Falls	Carburetor & Electric Company	22 5th Ave., No.
St. Cloud	Stevenson's	263 W. Kellogg Blvd.
St. Paul	Nelson Auto Electric	121 Main St.
Spring Valley	Marchant Super Service	395 1st St.
Thief River Falls	Wilson Bros.	112 2nd Ave., No.
Virginia	Saranen Auto Electric Service	113 Third St.
Winona	REINHARD BROS. COMPANY, INC.	118 Main St.
Worthington	Tellander & Hagg	220 Main St.

MISSISSIPPI

Greenville	Thompson's Battery & Electric Station	217 Main St.
Gulfport	Kremer Motor Co.	15th St. & 22nd Ave.
Hattiesburg	Greene Service Co., Inc.	414-6 E. Pine St.
Jackson	Noel's Auto Electric Service	113 E. Pearl St.
Meridian	Motor Service Co., Inc.	1996 5th St.

MISSOURI

Jefferson City	E. J. Petry Electric Co.	326 E. Capitol Ave.
Joplin	American Battery Co.	610 Joplin St.
KANSAS CITY	E. S. COWIE ELECTRIC CO.	1819 Wyandotte St.
Kansas City	Electrical & Magneto Service	2538 Grand Ave.
Kansas City	Herb Battery & Electric Co.	3011 McGee Highway
Macon	Patterson Equipment Co.	South & Pershing
Springfield	Wheat's Electric Service	South & Pershing
St. Joseph	Electrical & Magneto Service	711 Angelique St.
ST. LOUIS	MEDART AUTO ELECTRIC CO., INC.	3134 Washington Blvd.
Washington	Washington Battery Co.	

MONTANA

BILLINGS	LEE PASLEY	20 North 33rd St.
Billings	Carburetor & Electric Co.	3107-3109 First Ave., No.
Bozeman	Auto Electric Station	106 W. Main St.
Butte	Berry's Auto Supply	114 E. Broadway
Circle	Inland Motor Company	Broadway
Glendive	George M. Fisher, Inc.	
Great Falls	Farm & Home Service	
Glasgow	Sutler Motor Co.	Cor. 2d Ave. S. & 5th St.
Glenview	Swanson Electric Shop	110 No. Kendrick
Great Falls	Starter & Battery Co.	512 1st Ave. So.
Haure	Seven-A-Six Auto Electric	108 1st St.
Lewistown	Lewistown Electric Supply Co.	109 5th Ave., No.
Miles City	Harold's Electric Shop	628 N. 7th St.
Missoula	Dattery Supply Co.	Main & Stevens St.
Missoula	Mincoff Ignition & Motor Parts	130 W. Pine St.
Missoula	Red's Repair Shop	221 W. Broadway
Paritywood	Peterson Co.	
Poplar	Andy's Repair Shop	
Scobey	Motor Service Co.	
Shelby	Klingler's Garage	
Wolf Point	Ben Peterson Auto Repair	Front St.

NEBRASKA

Alliance	Schafer Auto Supply	114 E. 3rd St.
Alliance	Mandelberg	
Auburn	Groverburg Electric Service	
Beatrice	Sprague Electric Service Co.	364 Court St.
Chadron	Tschanner Brothers	224 E. 2d St.
Chappell	Lagile Bros.	
Falls City	Joy's Machine Shop	
Fremont	Auto Electric & Battery Company	Fourth & D Sts.
Gering	Ted B. Miller	
Grand Island	The Reitan Co.	109 No. Pine St.
Hastings	Hastings Battery & Electric	
Holdrege	Bierman's Auto Electric & Radio	611 4th Ave.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

15

NEBRASKA—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
Kearney	Bierman's Auto Electric Co.	
LINCOLN	CARL A. ANDERSON, INC.	1637 P St.
McCook	Klein's	500 East B St.
McCook	McCook Equity Exchange	
Norfolk	Looker Bros. Garage	5th & Madison Ave.
North Platte	Reltan Service, Inc.	402 Jeffers St.
OMAHA	CARL A. ANDERSON, INC.	1514 Jones St.
Scottsbluff	Palmer Auto Electric Service	1410 First Ave.
Sidney	Hellbush Battery & Electric	
Superior	B. C. Robinson	
Wilber	S. A. Shinonek Electric Service	

NEVADA

Reno	Automotive & Electrical Supply Co.	522 Sierra St.
------	------------------------------------	----------------

NEW HAMPSHIRE

Concord	Merrill & Cote	151 N. Main St.
---------	----------------	-----------------

NEW JERSEY

Atlantic City	Automotive Electric & Battery Co.	3015 Atlantic Ave.
Bridgeton	I. Serata & Sons	Broad & Water St.
Carmen	Carmen Storage Battery Co.	1429 Hudson Ave.
Elizabeth	E. B. Desertrine	401 North Broad St.
Freehold	C. H. Roberson Co.	29 Court St.
Hackensack	Hackensack Magneto & Battery Co.	307 Main St.
Jersey City	Jersey City Storage Battery Co.	2291 Blvd.
Jersey City	Robert E. Coleman, Inc.	416 Montgomery St.
Newark	Dix Magneto Co.	176 Central Ave.
Newark	Tire Trading Co.	239 Halsey St.
Newark	Henry's, Inc.	376 High St.
Passaic	Passaic Battery & Electric Co.	586 Main Ave.
Paterson	Reliable Magneto Repair Co.	20-22 Prince St.
Paterson	Garretson Co.	215 Market St.
Paterson	F. W. Huttenbach	317 Watchung Ave.
Paterson	D. A. Johnson Co.	116 Monmouth St.
Ridgfield	Arthur Beckman	1009 Edgewater Ave.
Somerville	Battery & Electric Service Co., Inc.	100 E. Main St.
Trenton	Trenton Auto Electric	36 Passaic St.

NEW MEXICO

ALBUQUERQUE	SPITZER ELECTRIC CO.	418 W. Cooper Ave.
Clovis	W. E. Clouser Automotive Service	
El Paso	Barnes Electrical Service	
Las Cruces	Grues Motor Parts	
Portales	United Auto Stores	
Roswell	Roswell Distributing Co.	217 W. 2nd St.
Tucuman	A-1 Auto Electric Co.	

NEW YORK

ALBANY	ROEMER & ZELLER	397 Washington Ave.
Albany	Brak J. Davis	
Batavia	DeVener Auto Electric Corp.	238 W. Main St.
Binghamton	Wakeman & Brainard	362 State St.
Bolivar	Magneto Repair & Belling Co.	60 Wellville St.
Brooklyn	J. B. Ottersten Co., Inc.	127 Varet St.
Brooklyn	E. A. Wildermuth	1102 Atlantic Ave.
Brooklyn	Official Ignition Corp.	2227-29 Westchester Ave.
Brooklyn	United Auto Electric Co.	660 Bergen Ave.
BUFFALO	BATTERY & STARTER, INC.	2505 Main St.
Buffalo	Peter Hettrich	1032 Ellicott St.
Catskill	Catskill Tire & Vulcanizing Co.	6 W. Bridge St.
Cortland	Doob's Electric	21 Otter Creek Pl.
Elmira	Wm. H. Ritter	307 Railroad Ave.
Florence	J. & A. Brenneis	3523 Leavitt St.
Geneva	Charles E. Cool	61 Geneva St.
Geneva	Auto Electric Service	Lake St.
Glens Falls	Moel Auto Electric Service	10 Maple St.
Herkimer	Bud's Auto Electric Co.	320 Mohawk St.
Hicksville, L. I.	Nassau-Center Auto Electricians	30-34 Jericho Rd.
Ithaca	Andy Soyring	169 E. Clinton St.
Jamaica	Jamaica Battery & Engineering Co., Inc.	139-36 Queens Blvd.
Jamestown	Service Station Supply Company	335 East 3rd St.
Kingston	Frank L. Brown	9-15 East O'Reilly St.
Lockport	Pils Service	Niagara & Church Sts.
Lockport	Holland Electric Shop	67 South St.
Malone	Pond Electric & Battery Service, Inc.	123 E. Main St.
Massena	Holcomb Auto Service	40 Maple St.
Newburgh	J. G. Menger, Inc.	99 Broadway
New York	Empire State Ignition Corp.	2180 Webster Ave.
New York	Empire State Ignition Corp.	629 W. 125th St.
New York	Mamhattan Ignition Corp.	206 West 68th St.
New York	National Ignition Co.	2361 Jerome Ave.
Niagara Falls	Main Auto Electric Repair Co.	319 Main St.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

16 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.

NEW YORK—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
North Pelham	J. Barnard	321 5th Ave.
Nyack	Nyack Carburetor Sales & Service	258 Main St.
Ogdensburg	Ogdensburg Battery Company	209 Catherine St.
Oran	Henry H. Hill, Inc.	434 W. Union St.
Oneonta	Oneonta Tire & Auto Parts, Inc.	116 Main St.
Penn Yan	Wesley R. Turner	1940 Richmond Ter.
Port Richmond	Wm. S. Archer	373 Mill St.
Poughkeepsie	Carburetor & Electric Service, Inc.	565 Main St.
Rochester	DIIRHAM COMPANY, INC.	943 W. Genesee St.
SYRACUSE	Al Bergdorf	111 Temple St.
Syracuse	Shrich Electric Service	200 4th St.
Troy	Lee Electrical Co., Inc.	Broadway & Pearl St.
Utica	Stiekwater Elec. Co.	320-322 Lafayette St.
Watertown	Watertown Battery & Electric Co.	558 State St.
Watertown	North Country Battery Sales	621 State St.
Westbury, L. I.	Baker Auto Electric Service Co.	
White Plains	Allison Gordon, Inc.	174-186 Grove St.

NORTH CAROLINA

Ashville	Battery & Ignition Company	203 Cox St.
Charlotte	Carolina Rim & Wheel Co.	305-308 N. Graham St.
Greensboro	Orin Sales Co.	234-236 Commerce Pl.
Raleigh	A. M. Tynes Co.	17 So. Blount St.

NORTH DAKOTA

Alamo	Alamo Auto Co.	
Bismarck	F. M. R. Electric Service	214 Main St.
Bottineau	John Elton	Main St.
Cando	Cando Sales & Service Co.	
Crosby	Gubish Brothers	
Crosby	W. L. Homestead Garage	
Devils Lake	West Motor Parts Co.	205-207 5th St.
Devils Lake	Devils Lake Implement Co.	213 5th St.
Dickinson	Paul Mann Garage	
Fargo	Howard B. Tilden Auto Electric	109 N. 5th St.
FARGO	REINHARD BROTHERS, INC.	109 Robert St.
Fargo	Lyons Auto Co.	512 1st Ave., No.
Glenburn	S. L. Reliquan	
Grand Forks	Grand Forks Implement Co.	123 North 3d St.
Grand Forks	Dakota Motor Supply Co.	20 South 4th St.
Grand Forks	Lyons Auto Co.	210-16 No. 4th St.
Grenora	Astrup Brothers	
Hettinger	Fitch Motor Company	
Jamestown	Jamestown Implement Co.	220-224 Second Ave., E.
Jamestown	Martin's Radio & Electric Service	213 First Ave., S.
Langdon	William E. Porter	
McVie	Leslie Madson	
Michigan	Orvik Hegg Supply Co., Inc.	5-11 Third St., S. E.
Minot	Minot Implement Co.	149 1st Ave.
Minot	Motor Service Co.	
Mott	Weirberger's Garage	140 Main St.
Reeder	Walsh Brothers	
Rolla	Rolla Implement Co.	Main St.
Valley City	Pegg Garage	401 Front St.
Wahpeton	Auto Electric Service Co.	121 Dakota Ave.
Williston	Hulen Motor Co.	124 First Ave., E.
Williston	Motor Inn	219 E. Broadway

OHIO

Akron	Automotive Electric Service Co.	65 Glendale Ave.
Ashtabula	R. L. Stout	4137 Main Ave.
Ashtabula	Larson's Auto Electric	1619 East 44th St.
Athens	Athens Automotive Service	
Bowling Green	Gen Electric Co.	328 So. Main St.
Canton	Caruretar Sales & Service Co.	328 Walnut Ave.
CINCINNATI	GEORGE J. HUST CO.	302 Plum St.
CLEVELAND	CLEVELAND IGNITION CO.	1301 Superior Ave., N. E.
Cleveland	Lammer Ignition Shop	2050 E. 105th St.
Cleveland	Industrial Engine Parts, Inc.	1053 E. 61st St.
COLUMBUS	G. W. HOLMES COMPANY	176-202 E. Gay St.
Columbus	Brooks Ignition Co.	201 E. Spring St.
Dayton	Auto Electric Equipment Co.	21 N. St. Clair St.
Dayton	Indian Motor Mart Company	421 E. 2d St.
Dayton	Ludlow Battery & Ignition Co.	421 So. Ludlow St.
Defiance	The Willey-Barman Co.	Perry & 2d St.
Findlay	Bair Electric Service	131 W. Main Cross St.
Fremont	Baggett Service Station	125 E. State St.
Lima	Lima Storage Battery Co.	220 West Elm St.
Lorain	Witter Ignition Co.	2034 Eyma Ave.
Marion	W. Don Davis	137 W. Church St.
Nemak	Airzman Electric Co.	36 W. Main St.
Nemak	Bennett Electric Service	21 Mill St.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

17

OHIO—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
Steubenville	Tobias Auto Electric	814 Market St.
Tiffin	Fleck's Electric Service Station	89 Jefferson St.
Toledo	Electric Power Maintenance Co.	26 17th St.
TOLEDO	TOLEDO AUTO ELECTRIC CO.	17th & Monroe Sts.
Warren	Auto Supply & Service Co.	426 W. Market St.
Waukegan	Waukegan Storage Battery Co.	558 E. Liberty St.
Zanesville	Electric Equipment Co.	617 Market St.
Zanesville	S. P. Weller Auto Parts	

OKLAHOMA

Alva	Alva Brake & Electric Co.	
Ardmore	Auto Electric Sales & Service	521 W. Main St.
Bartlesville	Dartlett Battery & Electric Co.	312-314 Owsa Ave.
Beaver	Kile & Hibbs Machine Shop	310-11 N. 1st St.
Blackwell	Blackwell Auto Parts	310-11 N. 1st St.
Cherokee	Ed. Garrett	112 N. Grand St.
Clinton	Clinton Electric Co.	
Cordell	Bartel's Garage	
Duncan	Duncan Electric Co.	24 No. 9th St.
El Reno	Turner Auto Electric Co.	
ENID	E. S. COWIE ELECTRIC CO.	210 E. Broadway
Fairview	Young Hardware Co.	
Gage	Western Machine Shop	
Guyton	Walden Battery & Electric Co.	
Helena	Bailey's Garage	
Hobart	Morgan Battery Station	
Hooker	Herny Indus. Company	
Kingsfisher	Kingsfisher Storage Battery Co.	
Lamont	Lamont Equipment Company	
Lawton	Stephens Brothers Electric Co.	
Medford	Stewart Hardware Co.	
Mutual	R. R. Newman	
Nash	H. L. Foszy Garage	Box 154
Okemune	Okemune Battery Station	
Okmulgee	Auto Electric Co.	
OKLA. CITY	AMERICAN ELECTRIC IGNITION CO.	725 No. Broadway
Pauls Valley	Witzen & Jackson	
Perry	Wurtz & Douglas	624 Elm
Ponca City	Auto Electric Co.	118 W. Grand
SEMINOLE	MAGNETO IGNITION CO., INC.	
Shattuck	Schuler & Sons	
Shawnee	J. S. Mislavy	
Texasoma	Panhandle Chevrolet Co.	
TULSA	MAGNETO IGNITION COMPANY, INC.	701 W. 5th Ave.
Wakita	Wakita	
Walters	Kwik Way Service	
Watonga	Joe Stoll Battery Station	
Wewoka	Clair Robbins Tires	214 S. Muskogee
Woodward	Big 7 Electric Co.	724 9th St.
Woodward	Bosch Electric Co.	1120 W. Main St.

OREGON

Albany	Fisher Implement Co., Inc.	
Albany	Magneto Electric Co.	426 West First St.
Astoria	Cook & Foster, Inc.	12th & Bond Sts.
Baker	Clark Auto Electric Co.	1656 Resort St.
Bend	Schuman Auto Electric Co.	326 Greenwood
Coos Bay		
(North Bend)	Golden's Auto Parts Co.	
The Dalles	R. A. Twiss	
Eugene	Clark Battery & Electric Company	1991 W. 6th St.
Klamath Falls	Specialized Service Co.	605 So. 6th St.
La Grande	McDonald Electric Co.	707 Adams St.
Medford	Dawson Filing & Grinding Works	44 N. Front St.
McMinnville	Auto Electric Co.	1119 No. Baker St.
McMinnville	Olson & Berette, Inc.	Third & Galloway Sts.
Pendleton	Oregon Motor Service	300 East Court St.
Pendleton	Singapore's Auto Electric	325 E. Court St.
PORTLAND	HOLLIS ELEC. & MAGNETO SERV.	1302 S. E. Union Ave.
Portland	Magneto Equipment Co.	1111 S. E. Grand Ave.
Reeseburg	W. R. Brown	Stevens & Mosher St.
Salem	E. H. Barrell	464 North Liberty St.
Tillamook	Nelson Electric Co.	

PENNSYLVANIA

Altoona	Radio & Motor Service, Inc.	800-802 Chestnut St.
Ardmore	Main Line Battery & Elec. Station	304-310 W. Lancaster Ave.
Easton	Easton Electrical Devices Co.	913 Northampton St.
Erie	Briggs-Hagenocher, Inc.	206 W. 12th St.
Hagerman	Hagerman Electric Service	343 S. Cameron St.
Hazleton	Kapes Auto Electric Service	27 North Poplar St.
Lancaster	Robert E. Fry	134 So. Prince St.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

18 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.

PENNSYLVANIA—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
Lancaster	John E. Landis	Manheim Pike
Norristown	Parts Service Co.	308 W. Lafayette St.
PHILADELPHIA	SULLIVAN BROS.	443-45 N. 63rd St.
Philadelphia	Sera Electrical Corp.	2025 Fairmont Ave.
Philadelphia	J. H. Mitchell	2209 Fairmount Ave.
PITTSBURGH	AUTOMOTIVE IGNITION CO.	4917 Baum Blvd.
Pottstown	Dastory Service & Electric Co.	Apple & Washington Sts.
Reading	Berk Auto Ignition Company	315 N. 4th Street
Rew	Rew Machine Co.	
Scranton	J. B. Umberger Ignition Service	1120 Wyoming Ave.
Uniontown	Mitchell-Long Co.	26 E. Fayette St.
Wilkes-Barre	Rudolph's Auto Electric Station	33-35 E. Jackson St.
Williamsport	The Harer Auto Electric Co.	287 W. 3d St.
York	Penn Auto Electric Service Station	577 W. Clark St.

RHODE ISLAND

Pawtucket	Thorp Electric Company	61-69 Montgomery St.
Providence	Auto Electric Service Co.	145-147 Broadway
Providence	W. R. Burns Co.	618 Westminster St.
Woonsocket	B. & S. Electric Auto Service Co.	210 Front St.

SOUTH CAROLINA

Anderson	Anderson Machine & Foundry Co.	1432 Taylor St.
Columbia	Magna & Electric Co., Inc.	300 Buncombe St.
Greenville	Battery & Electric Co., Inc.	300 Buncombe St.
Spartanburg	Spartan Automotive Service	503 W. Main St.

SOUTH DAKOTA

Aberdeen	Nelson Auto Electric Co.	309 So. 1st St.
ARDEEN	REINHARD BROS., INC.	317 So. Lincoln St.
Brookings	Sturdevant Auto Electric	520 Main St.
Eureka	Forrester & Nelson	210 S. Main St.
Huron	General Auto Electric	324 Wisconsin Ave., S. W.
Lemmon	Alfred Jansund Auto Electric	2d St., West
Mitchell	Mitchell Auto Electric	110 North Lawlor
Norristown	Dusen's Electric Service	
Rapid City	Hageth Auto Electric	508 Main
Spear Falls	Semmer's Magneto Shop	225 W. Eighth Street
Yankton	L. J. Larson Electric Service	220 Capitol St.

TENNESSEE

Chattanooga	Auto Electric & Magneto Co.	522 Broad St.
Chattanooga	Sharp Battery & Electric Co.	Cor. Broad & Fourth Ss.
Johnson City	Automotive Electric Company	210 W. Market St.
Knoxville	R. T. Clapp Co.	401-7 N. Broadway
MEMPHIS	AUTOMOTIVE ELECTRIC SERV. CO.	982 Linden Ave.
Nashville	Automobile Electric Service Co.	168-170 Ninth Ave., Ro.
Nashville	Chas. B. Wright & Co.	513 McGlock St.

TEXAS

Abilene	Hoppe Auto Electric Service	608 Pine St.
Albany	Masters Electric Service	P. O. Box 567
AMARILLO	E. S. COWIE ELECTRIC COMPANY	700 Van Buren St.
Arp	Sun Electric Co.	P. O. Box 292
Bay City	Bedford Motor Co.	
Berger	Hatcher Carburetor & Electric Co.	713 No. Main St.
Brownwood	Carlson Battery & Electric Co.	Clark & Anderson Sts.
Childress	Childress Battery & Electric Co.	220 Commerce St.
Comus Christi	Auto Electric Service Co.	313 Chaparral St.
Dallas	Electromotive Co.	9209 Commerce
Dallas	J. J. Gibson Co.	2016 Canton St.
Dallas	Hagel's Electric Co.	2022 Jackson St.
DALLAS	BEARD & STONE ELEC. CO., INC.	2101 Bryan at Olive St.
Eagle Lake	Davis Service Station	
El Paso	Western Magneto & Battery Co.	618 Montana St.
Fort Worth	Generator Service Co.	1115 Commerce St.
Frisco	Fred White Electric Service	
Graham	Fore Brothers	
Granger	Granger Filling Station	
Harrison	Grindle Sales Company	
Hendford	Fulwood Batt. & Elec. Co.	
HOUSTON	BEARD & STONE ELECTRIC COMPANY	805 Polk Ave.
Houston	Wentberg McCahey	1608 Caroline
Kilgore	Magneto Sales & Service Co.	S. Commerce St.
Levelland	Gerlach Battery & Electric Co.	
Lubbock	Gerlach Battery & Electric Co.	5th & Phelps
Longview	Wagel-Cennelly Co.	314 E. Tyler
Lubbock	Automotive Electric Co.	1414 Broadway
Memphis	Gerlach Battery & Electric Co.	
Muleshoe	Arnold Morris Auto Co.	
Pampa	Radcliff Bros. Electric Co.	1342 S. Barnes
Plainview	Owens Elec. Co.	

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

DEPENDABLE IGNITION SINCE 1858

19

TEXAS—Continued

CITY	NAME	ADDRESS
Port Arthur	Spence Battery & Electric Co.	
Ranger	Oil Field Ignition Co.	123 S. Rusk St.
San Angelo	Electric Service Co.	117 E. Concho St.
San Antonio	Allen Auto Electric Service	537 So. St. Mary's St.
San Antonio	S. X. Callahan	425 No. Flores St.
SAN ANTONIO	WESTBROOK CARBURETOR ELECTRICAL CO.	315 So. Main Ave.
Shamrock	Shamrock Auto Supply	112 N. Main Street
Spearman	Deion Kirk Battery & Electric Co.	
Stephenville	A. R. C. Electric Co.	
Victoria	Bernhard Electric Co.	
WACO	BEARD & STONE ELEC. CO., INC.	116 So. 9th St.
Wichita Falls	Wichita Falls Battery & Electric Co.	906 8th St.

UTAH

SALT LAKE CITY	FRANKS EDWARDS COMPANY, Motor Equipment Div.	601-9 S. State Street
----------------	---	-----------------------

VERMONT

Burlington	Herberg Auto Service	204 Main St
------------	----------------------	-------------

VIRGINIA

Petersburg	Virginia Battery & Ignition Co.	35 E. Bank St.
RICHMOND	RICHMOND BATT. & IGNITION CO.	1319 West Broad St.

WASHINGTON

Bellingham	Northwest Auto Electric Co.	1215 Commercial St.
Chehalis	Enterprise Electric Co.	
Colfax	Dave Burns Auto Electric	303 W. Main Street
Dayton	Bauer Battery & Electric Co.	162 East Main
Mt. Vernon	Bruce V. Nelson	
Ritzville	McFarland Battery Station	
SPokane	GILL AUTOMOTIVE SERVICE	South 167 Lincoln St.
Spokane	Ohler Diesel & Electric Co.	608 W. 2d St.
Tacoma	Wright's Automotive Service	2201 Pacific Ave.
Walla Walla	Wm. E. Chase Co.	114 East Alder
Walla Walla	Johnson Electric Co.	35 So. Spokane St.
Wenatchee	Frank Dennis Automotive Electric Co.	
Yakima	Ingraham-Lay Co., Inc.	114 E. Walnut St.
Yakima	Traub Bros., Inc.	122 So. 3d St.

WEST VIRGINIA

Bluefield	Groseclose Auto Electrical Service	Mercer & McCullough Ave.
Charleston	MacFadden Ignition Co.	106-108 Broad St.
Clarksburg	Wmtr Electric Co.	903 West Pike St.
Huntington	Hoffsted Magneto & Electric Co.	605 4th St.
Wheeling	Genuine Parts Co.	963 Market St.

WISCONSIN

Beloit	Fiske-Leavitt Co., Inc.	640 Pleasant St.
Chippewa Falls	Chas. Henneman	32 W. Willow St.
Eau Claire	Rogness Battery & Electric Service	
Fond du Lac	Erickson Electric Company	100 S. Macy St.
Frederick	Hilbert & Paap	
Green Bay	Van's Battery & Electric Co.	317 N. Monroe St.
Kenosha	C. E. Schulz	707 56th St.
La Crosse	La Crosse Auto Supply Co.	125 So. 6th St.
Lancaster	Harris Auto Supply Company	12 E. Maple Street
Madison	Automotive Electric Sales Co.	644 E. Main St.
Madison	Madison Armature & Parts Inc.	510 University Ave.
Marshfield	Auto Electric Service Station	412 S. Central Ave.
WILWAUKEE	WISCONSIN MAGNETO CO.	918 N. Broadway
Monroe	Burkhard Electric Co.	1011 18th Ave.
Racine	Central Battery & Electric Service	1541 Douglas Ave.
Superior	Neuman Automotive Service	1111 Ogden Ave.
Wausau	Wausau Electric & Battery Co.	108-110 Third St.

WYOMING

Casper	Casper Battery & Electric	119 E. 5th St.
Pine Bluffs	Reed Chevrolet Co.	
Torrington	Durham & Scherling	
Wheatland	Griff's Repair Shop	8th & Maple Sts.

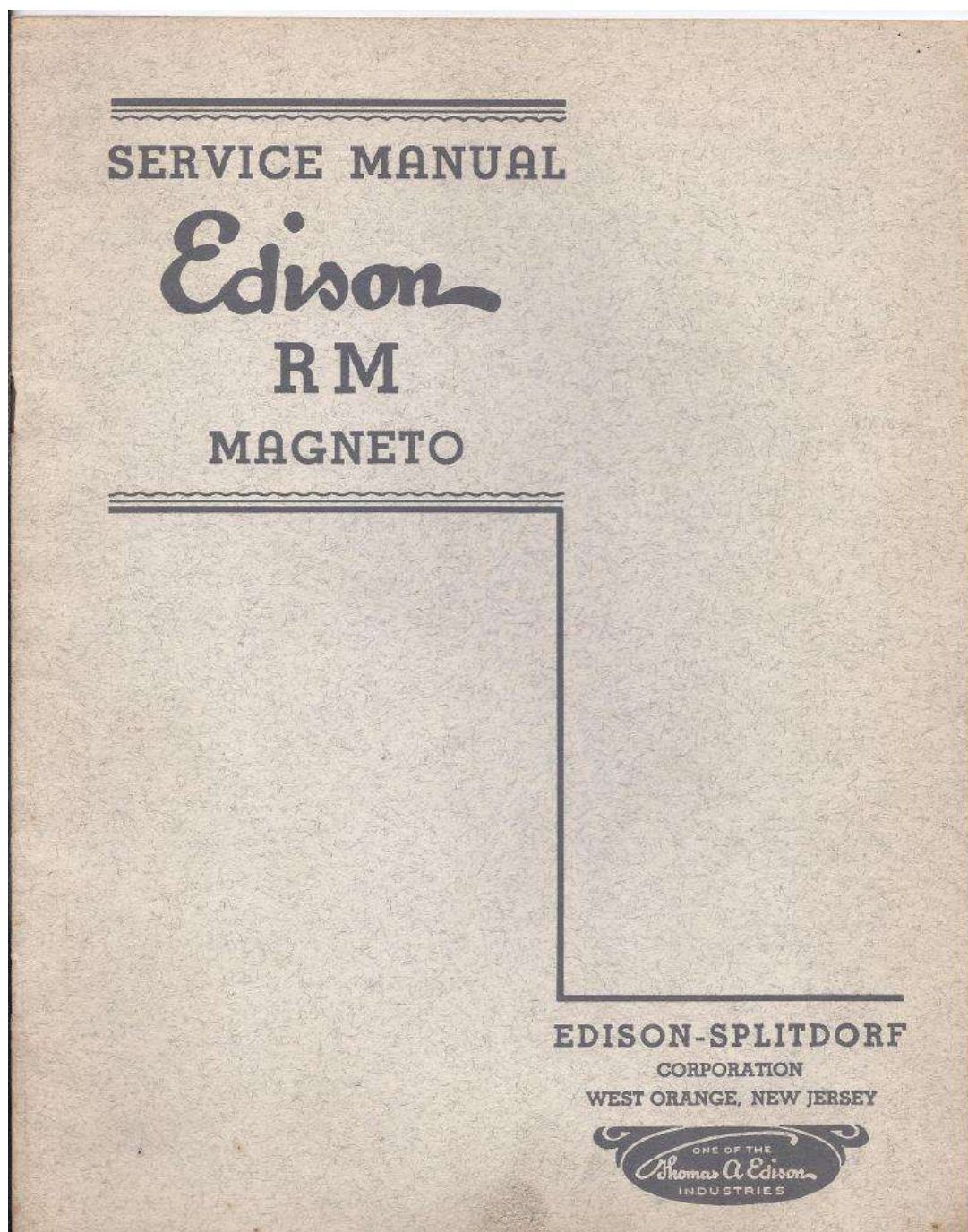
CANADA

Aurora, Ont.	T. H. Oliver Refrigeration & Electric Sales & Service	Bayfield St.
Barrie, Ont.	Wm. L. Brennan	4 Dundas St.
Belleville, Ont.	Quinte Battery Service	
Brantford, Ont.	Brown & Murray, Ltd.	130 9th St.
Brantford, Ont.	S. H. Brown Magneto Service	144 12th St.

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor

20 EDISON-SPLITDORF CORPORATION, WEST ORANGE, N. J.		
CANADA—Continued		
CITY	NAME	ADDRESS
Calgary	Hutton's	131 11th Ave. W.
Chatham, Ont.	Labombard Auto Electric	7 Dover St.
Dauphin, Man.	Kemp & Mobberley	310 Main Street
Drumheller, Alta.	Poxons Auto Electric	10125—105th St.
Edmonton, Alta.	Smith Battery & Auto Electric	47 Dickson St.
Galt, Ont.	Brewer's Automotive Specialized Service	169 Wainwright St.
Guelph, Ont.	City Battery & Electric Service	99 McNab St.
Hamilton, Ont.	Toronto & Hamilton Electric Co., Ltd.	132 Queen St. S.
Kitchener, Ont.	Hart Battery & Ignition Service	350-360 Ridout St.
London, Ont.	Price Auto Electric Service	Box 334
Lethbridge, Alb.	Roy Electric Co.	1637 Bleury St.
Montreal, Que.	International Electric Co., Ltd.	
North Battleford, Sask.	Boyd Automotive Wholesale	
Ottawa, Ont.	Welsh & Johnson Ltd.	125 River St., West
Pr. Albert, Sask.	Stan's Magnet Service	2536 Victoria Ave.
Regina, Sask.	Auto Electric Service, Ltd.	1734 Broad St.
Regina, Sask.	Electric Motor Service	
Saskatoon, Sask.	Boyd Automotive Wholesale	116 Avenue A North
Saskatoon, Sask.	H. Lambert Electric	
Shaunassau, Sask.	Messrs. Huycke & Fisher, Ltd.	
TORONTO, ONT.	SECO SALES & SERVICE Ltd.	90 Sherbourne St.
Vancouver, B. C.	Jeffrey & Jeffrey Ltd.	775 Homer St.
Vancouver, B. C.	Boulton, Ltd.	999 Seymour St.
Victoria, B. C.	Jeffrey & Jeffrey Ltd.	853 Yates St.
Windsor, Ont.	Howitt Battery & Electric Service Co., Ltd.	347 Sandwich St., W.
Winnipeg, Man.	Brown & Murray, Ltd.	237 Port St.
Winnipeg, Man.	Sharp's, Ltd.	614 Portage Ave.
Winnipeg, Man.	Wilson Auto Electric	242 Main St.
FOREIGN		
ARGENTINA		
BUENOS AIRES	Agar, Cross & Co.	Casilla de Correos 497
AUSTRALIA		
MELBOURNE	Wm. Buckland Pty. Ltd.	139-141 Franklin St.
QUEENSLAND	Motors Supplies Pty. Ltd.	Perry St.
PERTH	Conventry Motor Replacements	832 Hay St.
BRAZIL		
RIO DE JANEIRO	Luba P. Braga & Filhos	Rua Senador Dantas 119
SÃO PAULO	Lion & Cia.	Rua Boa Vista 82
BULGARIA		
VARNA	Maschinenlager "CESAR"	P. O. Box 96
CHILE		
SANTIAGO	A. Widmer y Cia. Ltda.	Av. Bernardo O'Higgins 2701
GREAT BRITAIN		
LONDON, N. W. 1	Euston Ignition Co.	329 Euston Road
MEXICO		
TORREON, COAH.	Refacciones y Accesorios	E. de R. L. Juarez 1314 Pte
CIUDAD OBREGON, SONORA	Taller Electrico Pearl	Calle Mayarit 220
MOROCCO		
CASABLANCA	Maurice Bouchardon	194 Boulevard de Lorraine
NORWAY		
OSLO	Kolberg, Caspari A/S.	Rådhusgaten 26
PALESTINE		
JERUSALEM	Jamili Halaby	P. O. Box 309
PUERTO RICO		
ARECIBO	G. Ferrer e Hijo	P. O. Box 787
THAILAND		
BANGKOK	Suphan Phanich Co. Ltd.	
SOUTH AFRICA		
CAPE TOWN	Cymat Ltd.	P. O. Box 710
SWEDEN		
KARLSTAD	August Izzell Aktiebolag	
TUNISIA		
TUNIS	E. & J. Sitruk Freres	12 Rue de Grece 13

Bold face indicates Edison-Splitdorf Distributor



SERVICE MANUAL

EDISON RM MAGNETO

GENERAL INFORMATION

THE EDISON Type RM Magneto is quite different from any other magneto in certain details of construction. These features are fully described in the Manual. Service men should study this booklet and become familiar with the various features of the machine. Every detail of repairing and servicing is described, and the Service Manual is arranged to cover a complete overhaul. Where minor adjustments or repairs are needed, the details which are needed may be picked out from the sections dealing with those parts.

Service Equipment

The equipment required to service EDISON Type RM magnetos consists of:

1. Test stand having provision for driving magneto which is fitted with an impulse starter at any speed from 50 RPM to 4000 RPM.
2. Rotary spark gap for test stand. This is sometimes called a spark protractor.
3. Open spark gap panel with at least 6 adjustable 3-point open gaps.
4. Type G Magnet Charger (6 volt, 12 volt, or 110 volt).
5. Set charger shoes to adapt above charger to RM Magneto, Part No. 33364.
6. Angle block of wood having a sloping top upon which to set the magneto when repairing it. Thus the magneto stands at an angle of about 30° from front to back.
7. EDISON-SPLITDORF Test Set No. 33259 (or its equivalent) comprising:
 - (a) Coil test apparatus
 - (b) Condenser tester
 - (c) Rotor break test lamp
 - (d) Insulation tester
 - (e) Primary circuit testers
8. Service Tools:

Part. No.	Description	Part. No.	Description
33349	Main bearing grease seal hook	33353	Pinion gear puller
33348	Combination bearing tool, outer race and seal replacer	33352	Distributor block center brush and cap punch
33305	Main bearing inner race replacer	33351	Special jaws, collar and clamp for Puller No. 33274 to remove main bearing cone
33274	Impulse starter puller (includes RH & LH jaws)	33355	Saddle block for flange mounted magnetos
33318	Shaft nut wrench		
33319	Open end wrench 1/4" and 5/16"		

Lubricants

Wherever oil is specified, use a good quality automobile oil, grade SAE 40, usually sold as "medium" or "medium heavy".

Wherever grease is specified, use a first quality medium soft clear grease of high melting point. Suitable greases are:

Lubriko M-6—Master Lubricants Company
Starfak No. 2—Texas Company

Usually a clear grease recommended for automobile front wheel bearings may be used safely.

SERVICE MANUAL

Dismantling

Before undertaking any repairs, remove all external dirt and provide a clean pan into which the parts may be placed as they are removed.

1. Impulse Starter—See section "IMPULSE STARTERS".
2. Distributor Block and Rotor—Remove all attaching screws and draw the block straight forward. Draw distributor rotor straight forward.
3. Contact Members—Remove adjustable contact by taking out 2 screws. Remove breaker bar and spring as an assembly, first disconnecting the end of the spring.
4. Condenser—Remove condenser by disconnecting leads and taking out attaching screw.
5. Distributor Gear Assembly (geared machines only)—This assembly includes, as a unit,
 - (a) Distributor shaft
 - (b) Distributor gear
 - (c) Distributor bearing
 - (d) Circuit breaker cam

Remove this assembly by taking out a screw cap in the center of the distributor shaft—then loosen another screw lying behind the cap. That screw will not come out but it will release this whole assembly which may then be drawn straight forward and off.

6. Distributor Bearing—This bearing is a part of the distributor gear assembly. To remove it, release a snap ring at the back (being careful not to dent the grease seal) and press the bearing back with a blunt instrument entered from the front.
7. Pinion Gear (geared machines only)—Remove the holding screw and pull the pinion with Service Tool No. 33353. It is not necessary to remove the cam on gearless machines.
8. Magneto Top—Remove attaching screws and lift top straight up.
9. Coil—Remove loose insulators and 2 attaching screws. Lift coil up, being careful of the lead which passes through the front plate.
10. Rotor—Remove main drive key. Remove front plate attaching screws. Tap the whole assembly lightly at the shaft drive end. That releases the front bearing plate and magneto rotor.

CAUTION: The rotor is strongly magnetic and it will attract small steel chips readily. These are very difficult to remove. Keep the rotor clean and away from a dirty bench top.

11. Main Bearings—Remove the metal grease seal from each bearing by hooking it out with Service Tool No. 33349. Do not attempt to preserve these seals. They should be replaced by new ones. Remove the assemblies of balls in ball retainers.

NOTE: Examine all parts of the bearings for wear or other faults. If all parts are in good condition, they may be re-used and it will not be necessary to remove the outer races from the castings or the inner races from the shaft. If any part of either bearing is worn, replace both bearings entirely.

To remove outer races, tap them gently out of the castings by the use of a small punch operated through 3 holes behind the race. These holes at the drive end are closed by 3 screws. To remove inner races from the shaft use Puller No. 33274 and Jaw Group No. 33361.

12. Shaft Seals—To remove felt shaft seals at each end, hook out the metal ring and felt with Service Tool No. 33349. Do not save these parts—replace them.

13. Special Fittings—For directions for dealing with special fittings see section "SPECIAL FEATURES". If a description is not found there, the fitting is probably of limited use. In such a case write to the factory giving the serial number of the magneto and state what information is needed.

[2]

The best way to remove the metal grease retainers is to push on the bearing cage as evenly as possible so not to distort them. Use the end of a deep socket and a plastic mallet to correct any distortion. These must be reused as Mr Edison and Elvis have long since left the building. One should wash and repack the thrust ball bearings.

Modern grease stored under ideal conditions is good for 30 years according to the literature. This is not modern grease and is less than ideal conditions. The seals may be carefully pushed back in place with a deep socket and extension.

EDISON-SPLITDORF RM MAGNETO

Inspection and Re-Assembly

Before inspecting and re-assembling the parts, provide a pan of gasoline, clean rags, and a stiff-bristled brush for cleaning. Do not soak felt parts or moulded insulating material in gasoline. Subject insulating parts to electrical test before re-using them. Replace all gaskets.

1. Rotor and Main Bearings—Clean the housing and rotor thoroughly and blow out the oil holes front and back. The bearing parts must be clean whether the old ones are being re-used or new ones installed. Guard constantly against picking up chips on the rotor.
 - (a) Bearing Races—Press in outer races with Service Tool No. 33348 and inner races with No. 33305.
 - (b) Shimming—Before installing grease seal rings in the bearings or sealing felts in the bearing holders, the bearings should be fitted and shimmed if necessary. To do this assemble the bearings, rotor, and front plate. The shaft should turn freely without perceptible play. Shims should be added or removed to produce this condition. Shims go between the inner ball race and the shoulder of the shaft at the drive end.
 - (c) Greasing and Sealing—After bearings are fitted, remove the rotor to grease and seal the bearings.
Pack each ball retainer with medium soft grease of high melting point. Place the grease packed ball assembly in place in the outer race. With Service Tool No. 33348, press in a metal grease retaining ring which will go down exactly flush with the rim of the outer race.
 - (d) Front Plate—Replace the gasket for geared magnetos only. Apply the front bearing plate, line it up straight, and make it fast. Re-check the rotor for free running without play.
 - (e) Shaft Seals—Apply felt seal moistened with oil at each end of the shaft and press in the felt retaining rings—2-3/32 felts at drive end and 1-3/32 felt at front end, using Service Tool No. 33305.
 - (f) Fill the front bearing knock-out holes with grease.
2. Coil—Inspect the coil, the rigid insulating sheet for the bottom of the coil compartment, and the flexible insulating sheets which surround the coil.
 - (a) Apply the rigid insulator to the housing.
 - (b) Apply the bottom flexible insulator to the under side of the coil.
 - (c) Thread the coil lead through holes to the breaker compartment, seeing that the insulating sleeving protects the lead where it passes through the casting.
 - (d) Seat the coil on the housing shoes and fasten it down.
 - (e) Put the top flexible insulator in place but keep the high tension button on gearless magnetos clear to make contact with the cover spring.
3. Top—Replace the gasket and apply the top. Always use a gasket washer under the head of the cover screws instead of a lockwasher. For gearless machines draw the top down evenly and firmly, checking that the high tension contact is in order. For geared machines draw the top down only lightly until the distributor block is later applied.
4. Magnetize—The magnet of the RM should be charged with a Type G Magnet Charger using special shoes No. 33364 and with the magnet fully assembled in the housing. Never charge a magnet without first removing the impulse starter from the magneto. Place the magneto in the charger as shown in the illustration Fig. 1, being careful that all details are followed exactly. Otherwise an inadequate charge, or one of wrong polarity may be obtained. Also the location and size of the charger shoes on the side of the magneto are important.
5. Pinion—Install the pinion gear with marks facing out. On single cylinder machines the cam is installed at the front end of the main shaft. On multi-cylinder gearless magnetos both the cam and a distributor rotor driver are installed at the front of the shaft.
6. Distributor Gear Assembly—The ball bearing of this assembly should usually be replaced

SERVICE MANUAL

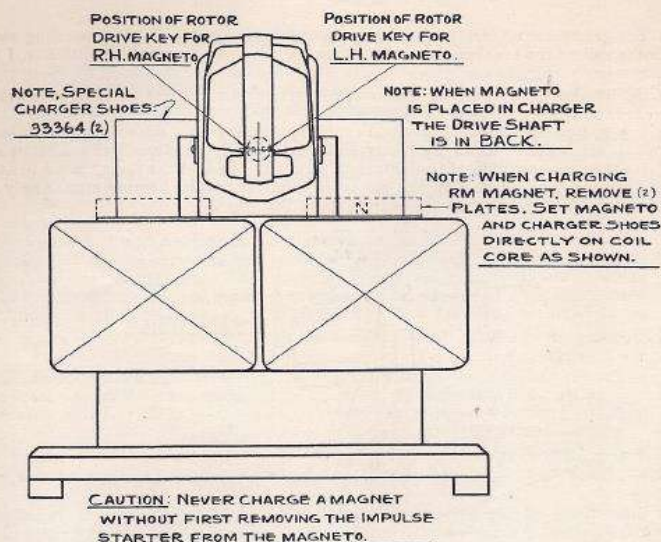


Figure 1.

if the magneto has had extended use. If it runs smoothly and without appreciable wobble, it may be re-used.

- (a) Pack the clean bearing with grease applied at the open side.
 - (b) From the back side of the gear, drop into the hole in the shaft, the group consisting of holding screw, lockwasher, and plain washer in the order named, with the screw head pointing toward the shaft end.
 - (c) Set the bearing into its recess with the closed side toward the back of the gear and install snap ring which should be seated evenly and firmly.
 - (d) Apply the gear assembly to the attaching stud with the teeth meshed for correct rotation. Tighten in place with screw driver entered from the front of the shaft.
 - (e) Inspect for free rotation of all parts with not more than faint trace of wobble in the shaft and grease the gear teeth lightly.
 - (f) Replace the screw plug in the shaft.
7. Condenser and Switch—Test the condenser and install it.
- (a) For geared machines, install the condenser to rest horizontal at the bottom of the compartment and connect the lead which goes to the breaker bar and the lead from the coil. See that the condenser is positioned to stand out from the front edge of the front plate 11/16 inch. The condenser can is one side of the safety gap and its position regulates the length of the gap.
 - (b) For gearless machines, install the condenser in the top of the compartment with its hex terminal nut left loose but with the terminals of the main primary lead, ground switch lead, and a special lockwasher threaded on the condenser terminal below the nut. (See Fig. 2.)

[4]

If you charge a magneto with the impulse installed the pawls may also get magnetized causing them to stick to the drive cup and not fall to engage the catch plate thus disabling the impulse and retard and possibly turning the tractor into an armbreaker. Always charge the magnets before installing the impulse coupler. If you manage to magnetize the pawls you can damage with an armature growler, just keep it away from the magnets as it may damage them as well.

EDISON-SPLITDORF RM MAGNETO

- (c) For gearless machines, inspect the ground terminal group. If the grounding switch is in the side of the breaker compartment, check all parts for good condition and proper operation.
8. Circuit Breaker Parts—Install the fixed contact bracket with 2 shouldered screws. Install breaker bar as follows:
- (a) For geared machines the free end of the spring, together with the primary lead terminal, are fastened to an insulating block by a small screw and lockwasher as shown. Note the exact position of lead wire and terminal. See that the spring has a little twisting tension tending to keep the bar from riding out on its bearing stud. Apply a drop of oil or a film of grease to the bearing stud. See Fig. 3.

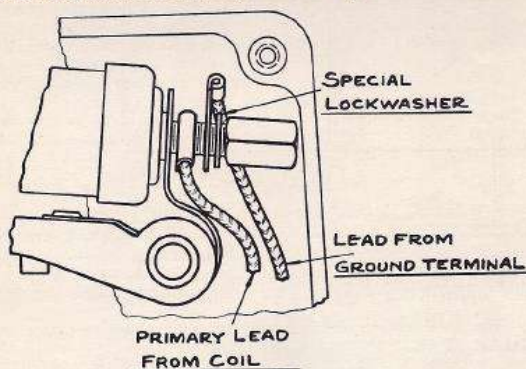


Figure 2.

- (b) For gearless machines, the free end of the spring is connected to the condenser terminal and held by the hex nut. Oil the bearing stud. See that the spring has a slight twisting tension tending to keep the bar from riding out on its bearing stud. Also see the illustration Fig. 2 for exact details. For all machines, adjust contact bracket to have contacts meet parallel and to open contacts .016 inch taken as an average for all the cam noses.

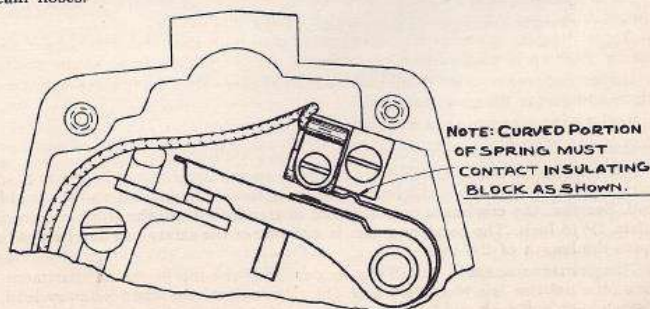


Figure 3.

[5]

The condensers used in the single cylinder devices are notorious for electrical leakage and shorts and challenging to retrofit to say the least. The condensers used in the multi cylinder devices were much more robust and seldom failed.

The condenser used on single cylinder engines can be a major source of grief. Always check for leakage first then capacitance. Leakage is a big problem here. The condenser secures the points spring and there is not much real estate here making retrofit a challenge, but Mr Honda has a solution. The condenser for some of the early Honda cars can be used after taking the innards out

of the original condenser as shown and preserving the insulated stud and nut where the points, coil and stop switch connect. Always file smooth any sharp edges near the condenser lead to prevent shorts. The condenser pigtail may be soldered to the center stud inside the can or connected outside with the coil, points etc. When soldering to the stud, be carefull not to get it too hot and damage the insulator. Not much real estate in there but it will fit. This condenser came from O'reilly Auto parts and is readily available, reasonably priced and designed as an ignition condenser.

SERVICE MANUAL

NOTE: In some gearless machines the extreme end of the breaker bar spring has an extension contact. In such cases follow the following rules:—

- (a) Where there is a ground terminal, the end of the spring makes contact with the under side of that terminal.
 - (b) Where there is a grounding switch at the top of the compartment, the end of the spring engages the end of the switch plunger so as to make contact with the condenser can when the plunger is depressed.
9. Cam Wiper—Moisten the cam wiping felt with 5 to 8 drops of oil and install it to engage the cam noses only and to engage them lightly. Do not over-oil this wiper and thus encourage oil to be thrown around the contacts.
 10. Inspect and install the distributor rotor in all except single cylinder machines.
 11. Inspect the distributor block and brushes, or the front cover plate for single cylinder magnetos. Replace all gaskets. On all geared magnetos, inspect the high tension spring connection where the coil quill enters. Install the block or cover and tighten screws snug but not so tight as to ruin the gasket. On geared magnetos draw the magneto cover screws up snug after the distributor block is tightened. Note that gearless multi-cylinder machines have a length of 7mm. cable between the cover and the block as well as a weather-tight rubber shield on the cover neck. Note also that geared machines have a flat spring in the block to make contact with the condenser terminal when the block is in place.

Magneto Tests

Run the magneto at 1500 RPM for one hour before making tests:

1. Primary Current—With the magneto running at 800 RPM and with the contacts held open, current measured across the contact points should be not less than 1.8 amperes using a good quality AC meter.
2. Sparking—The magneto should spark regularly across 5/16 inch, 3 point needle gaps at 200 RPM.
3. Grounding—Test that the integral switch or ground terminal is in operating condition.
4. See "IMPULSE STARTERS" for starter tests.

Special Features and Conversions

1. Rawhide Shaft Seal—Some RM machines are fitted, at the drive end, with a special leather seal. These are flange mounted instruments the drive end of which is exposed to engine crankcase oil. These seals cannot be installed where the magneto was not so fitted in the beginning but replacement seals are listed in the parts list.
2. To Change Rotation—
 - (a) For all gearless machines, remove the cam and turn it over.
 - (b) For all geared machines, replace the old assembly of distributor gear and cam with an assembly for the other rotation.
 In all cases changing rotation of the magneto requires changing the rotating unit of the starter.

Impulse Starters

SOME machines are fitted with impulse starters. An impulse starter is a spring mechanism at the drive end of the magneto to facilitate starting by causing the magneto rotor to be turned much faster than cranking speed. At the same time, it automatically retards the spark so that it will occur at top center, or later, no matter whether the advance lever is advanced or retarded. Similarly, a fixed spark magneto, timed to produce the spark at the desired degree of advance, is automatically retarded for safe and easy starting.

In view of the operations performed by an impulse starter, it is obvious that it must be considered, not only as a purely mechanical device for turning a magneto rotor, but also its timing must be taken into account. In order to understand the timing of an impulse starter, it is necessary to trace its operation. Because there are various types of starters, the operation is given in general terms which apply to all types.

When the magneto with an impulse starter is rotated, a latch (or stop device) operates to hold the magneto shaft from turning.

EDISON-SPLITDORF RM MAGNETO

Nevertheless, the driving member of the starter may continue to be turned, since it is free to rotate about the magneto shaft. The continued turning of the driving member while the magneto shaft remains latched fast, winds up a spring in the device. It is apparent that continued rotation eventually brings the drive member of the starter into a position where, if the machine is timed to an engine, some one piston reaches top center and is ready for a starting spark. The drive member of the starter is fitted with a cam so designed that, when rotation has proceeded to the position where a starting spark is needed, the cam disengages the latch (or stop) which has been holding the magneto shaft fast. Under the influence of the wound-up spring, the magneto shaft and rotor now turn at high speed until they catch up with the driving member which has been turned by cranking the motor. During this period of high speed, the magneto produces a hot spark. The spark is a retarded, or safe starting spark, because the magneto shaft was not released at all until the drive member (and, of course, the engine crankshaft) had proceeded far enough around to be in the retarded position. It will be noted that the position of the advance lever has nothing to do with the case. The time of the spark is governed entirely by the time when the cam of the drive mem-

ber releases the latch, or stop. Since these are both parts of the impulse starter, it is clear that the proper timing of the starting, or impulse, spark must be provided for in the impulse starter.

Lag Angle

The timing detail of an impulse starter is described as its "lag angle". The lag angle of an impulse starter is the number of degrees, measured at the impulse starter (or magneto shaft), between the time of the occurrence of the fully advanced spark with the magneto running at fair speed, and the time of the occurrence of the starting (or impulse) spark when the machine is turned slowly with the impulse starter in engagement.

Impulse starters on fixed spark magnetos deserve special attention. In this case, nothing about the magneto will indicate what impulse starter lag angle is best. That is governed entirely by the engine. The magneto is fixed in full advance, and it may be timed to the engine so that the spark occurs anywhere in the piston stroke, various engines differing widely in the exact point where the spark should be timed. If the impulse starter has too great a lag angle, starting will not be as easy as it should be. If the impulse starter has too small a lag angle, the engine may kick back in starting.

TYPE AA AUTOMATIC STARTER

Dismantling

1. Remove the shaft nut, lockwasher, and notched washer using shaft nut socket wrench No. 33318. With a monkey wrench, hold the starter lugs from turning.
2. Draw the starter case straight forward.
3. Remove the magneto member with puller No. 33274.
4. Remove the felt seal, if there is one, by taking out 2 screws.
5. Usually the stop pin plate need not be removed but if the pin has worked loose remove the plate by taking out 3 flat head screws.

Inspection and Re-Assembly

1. Check the stop pin for tightness, clean and oil the roller on the stop pin, and see that three flat head screws holding the stop plate are tight and staked.
2. Apply a new sealing felt and ring assembly and oil the felt. Flange mounted magnetos do not always use the seal.
3. Clean and inspect the magneto member. Note that all riveted studs are tight. Replace any worn parts. Apply a very small amount of grease to the hook of the flyweights and to the operative nose at the short end. Also renew and oil the felt ring near the hub. Apply oil to the felt inside the spring sufficient to nearly saturate it but not enough to leave the parts wet with oil.

[7]

This procedure described below on line 6 is very helpfull. It is nearly impossible to wiggle it together otherwise. Always check the catch pin inside the impulse cup. Sometimes they can get loose and/or break off. If they are broken off or missing you can machine a new pin from a grade 8 bolt and use a roller from roller chain.

SERVICE MANUAL

4. Clean and examine the drive member assembly, replacing any worn parts.
5. Check that the magneto member is of the desired rotation as shown by the marks. Check that the drive member is of the right rotation and lag angle as shown by marks.
6. Using any old magneto rotor having a standard taper and key as a holder for the magneto member, enter the drive pin of the drive member between the spring plugs of the magneto member and work the two parts into assembled position.
7. Install the complete starter assembly on the magneto, taking care not to damage the main felt seal. Apply the notched washer, spring washer, and shaft nut.
8. The drive member should turn freely in one direction but engage and impulse regularly in the other direction.

Test

Place the magneto on the power stand and connect all the cables to the rotary spark gap. Run the magneto slowly and starter should impulse regularly. Run at 1000 RPM and note where sparks occur with magneto fully advanced. Shut off the power and rotate the drive by hand through 2 impulses, noting where each impulse spark occurs. These impulse sparks should be later than the previous running sparks by as many degrees as the lag angle stamped on the starter within a limit of plus or minus 3 degrees. Otherwise some of the operative parts are worn and should be replaced.

Special Adjustments and Changes

1. To change Rotation—Change the entire rotating assembly to one of the desired rotation.
2. To change Lag Angle—Change the drive member assembly to one of the desired lag angle.

CAUTION: Always be certain that both starter members are marked for the same rotation and that the lag angle is always as great as, or a little greater than the range of advance on a variable spark magneto.

Special Note

Both EDISON CD and RM Magnetos are fitted with Type AA Starters. These starters are exactly alike mechanically but, for any given lag angle, the angular location of releasing cams and drive lugs on the Drive Member is different for the two magnetos. Thus an AA Starter Drive Member which gives a lag angle of 20° on a CD Magneto will not give 20° on an RM. Therefore, there are two series of Drive Members, one for CD's and the other for RM's. Those for the RM magneto are stamped "RM" together with the part number and lag angle. Service Stations should be sure that any Starter Drive Member used on an RM Magneto is stamped "RM".

Bijlage 9 Mc. Pherson's Ajax Piston pumps

Engelstalige beschrijving en instructies voor de bediening en onderhoud van Ajax zuigerpompen
Een en ander ten behoeve van het bedienen en onderhouden van de koelwaterpomp van de
hoofdmotor van het gemaal de Antagonist.

AJAX PUMPS

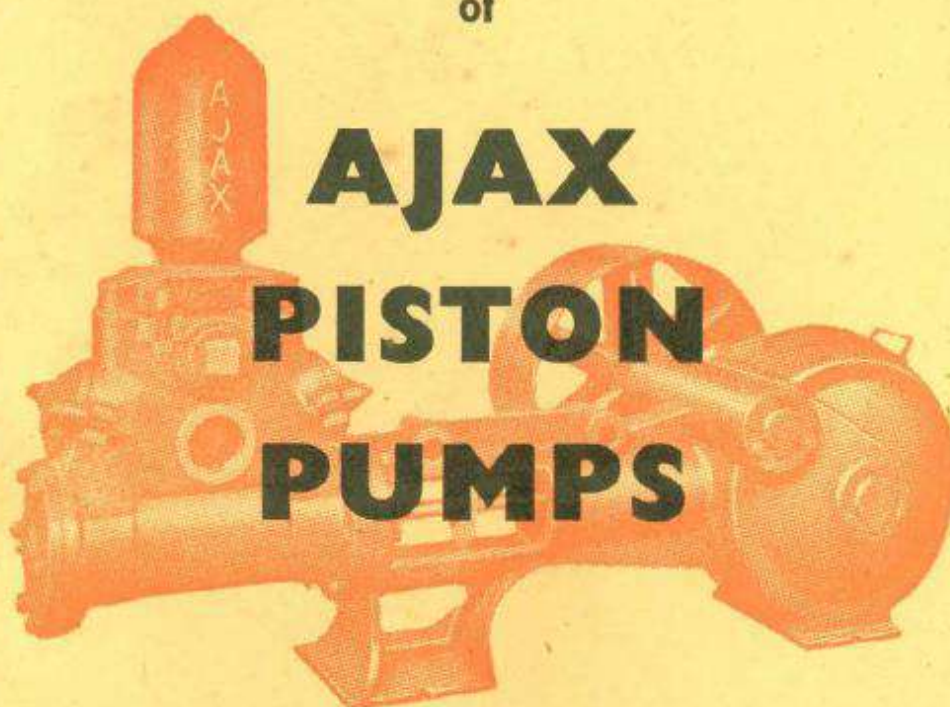
**FOR ALL
PURPOSES**

Mc Pherson's
Limited

MELBOURNE SYDNEY BRISBANE ADELAIDE PERTH

**A. E. KEATING PTY. LTD.
MELBOURNE**

**Installation, Operation and
Maintenance Instructions
and
SPARE PARTS LIST
of**



**AJAX
PISTON
PUMPS**

Mc Pherson's
Limited

MELBOURNE SYDNEY BRISBANE ADELAIDE PERTH

**Installation, Operation and
Maintenance Instructions
and
SPARE PARTS LIST
of**

**AJAX
PISTON
PUMPS**

Mc Pherson's
Limited

MELBOURNE SYDNEY BRISBANE ADELAIDE PERTH

LOCATION:

Instal the pump as near the source of supply as possible. Never exceed the recommended distance and height from the lowest level of the source of supply. A dry place should be chosen for the installation of a motor driven unit. Allow sufficient space in front of the pump for withdrawing the plunger rod and liner.

FOUNDATION:

This should be sufficiently substantial to support the pump and prevent movement.

PIPE SUPPORT:

All piping should be supported independently near the pump. Pipes must register with the pump connections without being strained into position.

SUCTION PIPE:

The suction line in particular must be airtight, as even a small leak may impair the operation of the pump. The pipe should never be smaller than the pump connection, and may, with advantage, be a size larger. Avoid abrupt changes in pipe diameters. The suction line must be as short and direct as possible. Avoid sharp turns, use bends rather than elbows.

When laying the line a uniform grade should be maintained, rising toward the pump the whole way. Particular care should be taken to avoid humps or depressions in the pipeline, otherwise air may be trapped in the pipe. This would greatly reduce the flow. It is important to avoid these air pockets whether the pump is above or below the supply level. Ensure

that the end of the suction line is always well below the surface of the water; when the pump is operating, check to see that a vortex does not form.

FOOTVALVE:

If a footvalve is used, it should have an area at least $1\frac{1}{2}$ times that of the suction pipe. If a strainer is used, it should have a clear area 3 to 4 times that of the suction pipe.

DELIVERY PIPE:

The size of the delivery pipe should be selected so that the friction head is not excessive. If delivery pipe is too small, frictional head is very greatly increased, consequently more power is required to drive the pump. Avoid sharp turns, use bends rather than elbows. A check valve should be installed between the pump and delivery line to protect the pump from injury due to water hammer and to enable the pump to be examined without draining the delivery line. It is advisable for delivery piping to rise all the way to the point of discharge.

Unions or flanges should be used to connect the piping to the pumps, so that the pipes can be disconnected, if necessary, without disturbing the whole installation. A relief valve should be fitted to delivery line near pump.

AIR CHAMBER:

An Air Chamber is fitted to the pump to prevent knocking or water hammer in the delivery line, and will be found to function effectively when the pump is operating

against low or medium heads. When the pump is operating against high heads, the air trapped in the chamber will be compressed to such an extent that it will lose its value as a cushion, and it is necessary to admit additional air to the chamber by means of a snifter valve. This valve can be obtained from the suppliers of the pump, and is fitted to the cylinder head after removing the tapered plug.

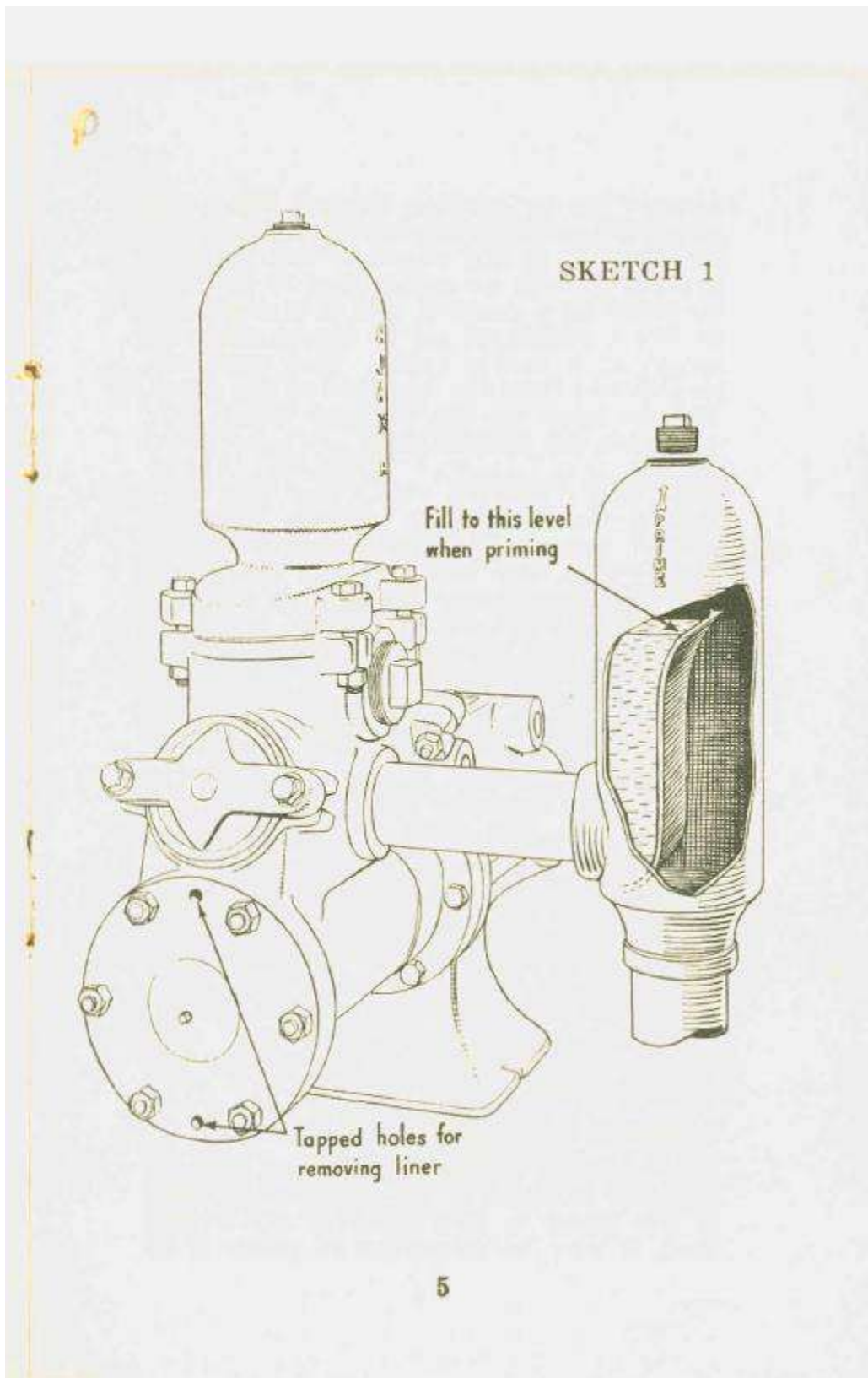
SNIFTER VALVE:

During the initial few minutes operation of the pump, after the pump has filled with water, the snifter valve should be opened by turning the knurled cap out two turns. This allows air to be drawn into the pump. Most of this air will enter the air chamber and be trapped there. The pump will stop "knocking" when sufficient air has been drawn into the chamber and the snifter valve may be closed. While the pump is operating a little air will be absorbed by the water being pumped and so air will be lost from the air chamber. Additional air will be needed from time to time to replace this lost air.

A little experience will soon show how much air the pump needs to keep it operating smoothly. This experience will also show whether it is more convenient to operate the snifter valve as described when starting the pump, or to leave it always open slightly so that it draws a small continuous stream of air.

VACUUM CHAMBER:

This chamber should be fitted to the suction line as close to the pump as possible. If the pump is left standing for a long time, it may be necessary to prime it by



filling the vacuum chamber to the top of the baffle, as shown in Sketch 1. It is not necessary to fill the whole suction line with water. Replace the plug on top of the chamber carefully, and ensure that it is air-tight.

VALVES:

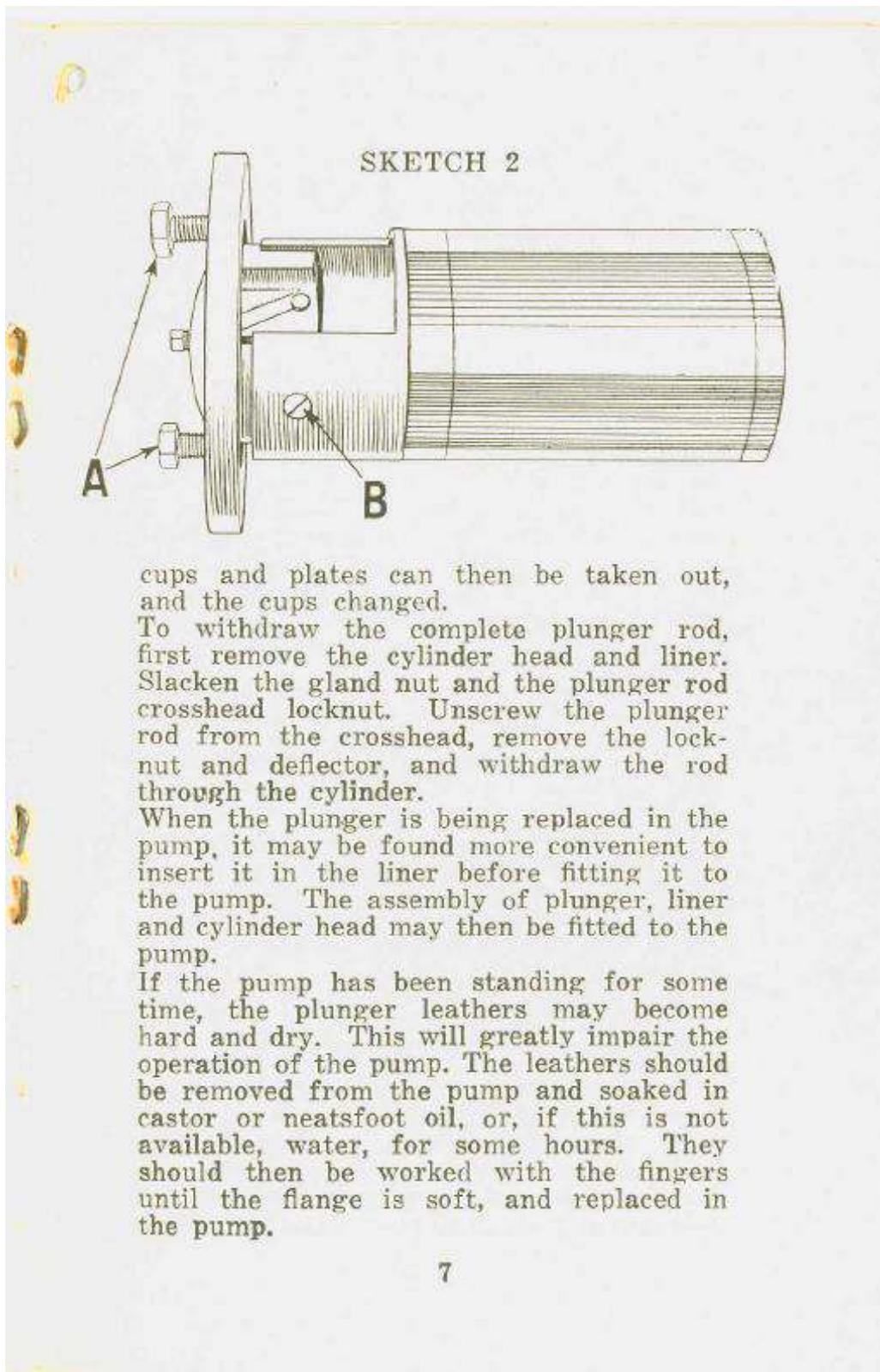
Valves may be inspected by removing the valve covers for the suction valves and the air chamber for the delivery valves. The valves can be removed from the pump by unscrewing the valve stem with the special spanner provided. Valves should not be disturbed unless trouble is suspected, and if the rubbers are disturbed, they should be removed from the pump and rubbed against a piece of emery paper supported on a flat surface until they are perfectly flat.

LINER:

To remove the liner, unscrew the nuts on the Cylinder Head, then insert two Set Screws (A) in the tapped holes provided (see Sketch 1). Tighten both screws evenly, and the cylinder head and liner will be withdrawn. The liner can be removed from cylinder head by withdrawing the small studs (B) (see Sketch 2). When replacing the liner, see that the cut out portion is on top.

PLUNGER:

To change plunger cups, first turn the pump by hand until the plunger is in its most forward position. Then remove cylinder head and liner, and, with the box spanner provided, unscrew the nut and locknut on the end of the plunger rod. The



GLAND:

This should be just tight enough to permit a slow drip from the gland when the pump is operating. If the gland is too tight, the pump will use excessive power and the plunger rod will wear rapidly. Graphited square greasy hemp packing should be used.

SPEED:

If the pump is operating under difficult suction conditions, the speed should be reduced to 40, 30 or, if necessary, fewer strokes per minute.

LUBRICATION:

Provided that the sump is kept filled with oil, lubrication is quite automatic. Oil level in the sump when the pump is stationary should never fall below the mark on the outside of the casing. Use medium heavy oil as recommended on pump style plate. Approximate quantities of oil required to fill pump are:—

A2: 2 pints A3: 4 pints A4: 10 pints
A5: 10 pints A6: 16 pints

FROST:

Pump should be drained in cold weather, to prevent fractures due to frost.

MAINTENANCE KITS:

Maintenance Kits for Ajax Piston Pumps can be obtained from your pump supplier. These kits contain the replacement valves, valve springs, piston cups, gland packing and all gaskets needed to carry out the normal maintenance of your pump. A maintenance kit kept with your pump ensures that you always have on hand the parts necessary to avoid a pump stoppage.

EMERGENCY HINTS

NO WATER DELIVERED:

Check suction line fittings for blockages or leaks. Check plunger cups and valves for excessive wear. Suction lift may be excessive.

UNEVEN FLOW:

See that air chamber is not water logged. Check plunger cups for wear; see that the surface of the cup is not scored. Check valves, if face of rubber is worn or deformed, rub valve face against emery cloth supported on a flat surface until face is perfectly flat. See that no foreign matter is preventing valve from seating.

FALLING OFF OF CAPACITY OR PRESSURE:

Check suction line and vacuum chamber plug for leaks. Check liner and plunger cups for wear. Check plunger cups for softness (see paragraphs under PLUNGER). Check speed of pump. Check valves.

PUMP KNOCKS:

Check air chamber; if necessary, fit snifter valve (see page 4). Check valves. If pump still knocks, reduce speed.

GLAND LEAKS EXCESSIVELY:

Tighten gland, repack if necessary. Check plunger rod for wear.

PARTS LIST

Letter "C" indicates that part will be supplied complete.

See diagram at back of Book

No.	Part Name.
1c	Base, with Plugs.
2	Gear Case Cover.
3c	Gear, with Setscrew.
4c	Gear Shaft Bearing, with Gasket.
5c	Pinion Shaft Long Bearing, with Gasket.
6c	Pinion Shaft Short Bearing, with Gasket.
7c	Connecting Rod, with Bush.
8	Crosshead.
9c	Fast Pulley, with Setscrew.
10c	Loose Pulley, with Greaser.
11c	Keeper Plate, with Setscrews.
12c	Cylinder Body, with Studs and Plugs.
13c	Cylinder Head, with Liner Studs, Plugs and Gasket.
14c	Stuffing Box, with Gland Nut and Gasket.
15c	Air Chamber, with Plug.
16c	Valve Cover, with Gasket.
17	Gland Nut.
18c	Vacuum Chamber, with Plug.
21	Gland Sleeve.
22	Connecting Rod Bush.
23	Cylinder Liner.
24	Cylinder Liner Studs.
25c	Deflector, with Screw.
26	Valve Spring.
27	Valve Plate.
28	Valve Seat.
29	Valve Stud.
30c	Piston Rod, with Nuts.
40	Gear Shaft.
41c	Pinion Shaft, with Keys (A2 and A3, with Pinion shrunk on).
42c	Crosshead Pin, with Split Pin.

PARTS LIST (Cont.)

No.	Part Name.
43c	Pinion (A2 and A3, shrunk on shaft).
48c	Pulley Collar, with Setscrew.
61	Valve Cover Bolt.
62	Loose Pulley Grease Cup.
63	Stuffing Box Setscrew (A4 and A5 only).
63	Stuffing Box Stud (A6 only).
64	Bearing Setscrew.
65	Keeper Plate Setscrew.
66c	Gear Setscrew, with Locknut.
67	Fast Pulley Setscrew.
68	Cylinder Head Stud (A6 only).
69	Cylinder Head, Stuffing Box or Valve Cover Nut.
70	Piston Rod Locknut.
71	Gear Setscrew Locknut.
72	Valve and Plunger Spanner.
73	Pinion Shaft Woodruff Key (not on A2 or A3).
74	Cylinder Head Stud or Bolt.
75	Stuffing Box Stud or Bolt.
76	Base Plug.
77	Cylinder Plug.
78	Pipe Connection Plug.
79	Air and Vacuum Chamber Plugs.
80	Crosshead Split Pin.
83	Valve Cover Gasket.
84	Cylinder Gasket.
85	Bearing Gasket.
89	Valve Rubber.
90	Piston Cup.
91	Gland Packing.
92	Piston Rod Locknut.
95	Vacuum Chamber Pipe Connection.
101	Centre Plate.
102	Piston Plate.
Pc	Plunger Complete.
Vc	Valve Complete.

Bijlage 10 Vetpomp

Nederlands- en Engelstalige beschrijvingen en instructies voor de bediening en onderhoud van de BEKA vetpomp. De beschrijvingen zijn van vergelijkbare maar modernere pompen en kunnen afwijken van die van de oude pomp in het gemaal De Antagonist.

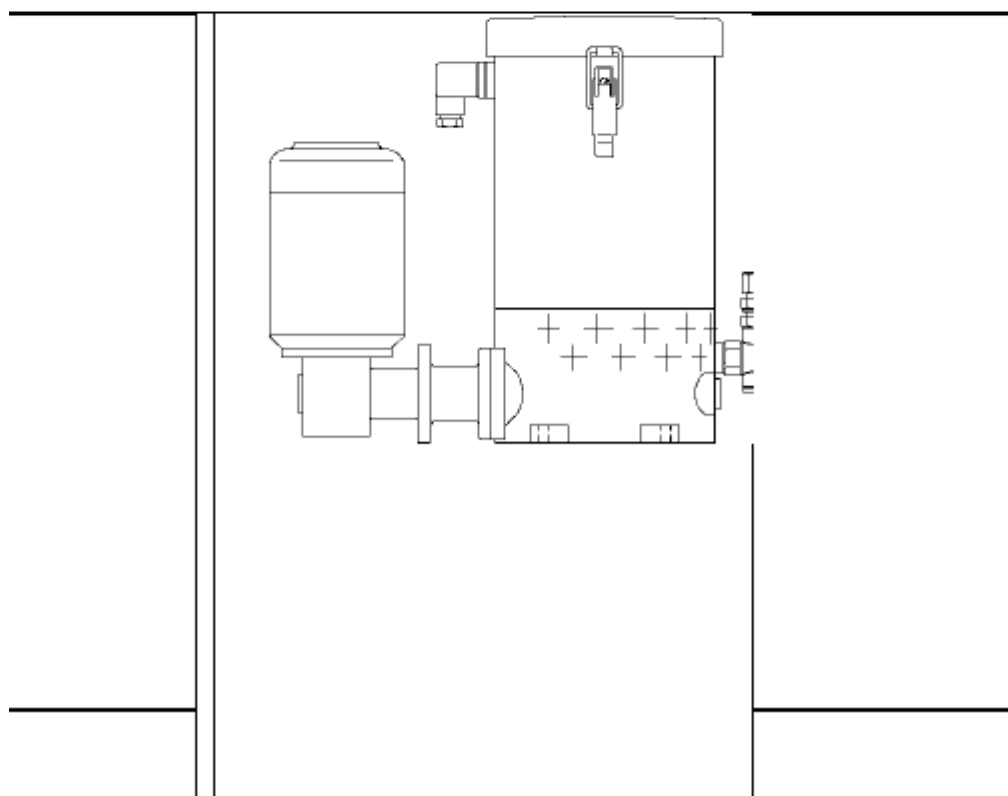
BEKA

VETHOGEDRUKPOMP

TYPE **F** sechs

Artikel-Nr. 2034

Bedienings - en onderhoudsvoorschrift



ALGEMEEN

Voor de montage en ingebruikname van de vetsmeerpomp is het aangewezen dat de elke gebruiker deze handleiding aandachtig leest.

TECHNISCHE GEGEVENS

Pomp:	
Uitlaten:	max. 20)
Type uitlaten:	Pompelement PE 120 of PE 120 v knelfitting Ø 8; 8 of 10 mm per pompelement 0,12 cm ³ per pompelement 0,05 tot 0,12 cm ³
Opbrengst PE 120:	PE 120 niet regelbaar
Opbrengst PE 120 v:	PE 120 v regelbaar
Regulierung:	
Smeemedium:	vetten t/m de consistentieklasse. ≤ NLGI-KL. 3
Betriebsdruk:	continu 250 bar max. 400 bar
Bedrijfstemperatuur:	Medium: -20°C tot +40°C Omgeving: -20°C tot +40°C
Aandrijving:	roterend met reductiemotor
Draairichting:	wisselend
Reductie:	zie Maatblad FAZ02479 -00
Afmetingen:	zie Maatblad FAZ02479 -00
Reductiemotor:	
Aandrijvermogen:	0,12 kW
Spanning:	230/400 V
Frequentie:	50/60 Hz
Beschermingsklasse:	IP 54
Bouwmaat:	B 14
Flensgrootte:	Ø 80 mm
Iso-klasse:	B
Motortoerental:	2800 min ⁻¹ bij 50 Hz 3300 min ⁻¹ bij 60 Hz

MONTAGE

Pomp zo plaatsen dat het reservoir verticaal staat.

Elektromotor in eigen beheer aan sluiten.

- rekening houden met het motoren type
- aansluitingen overeenkomstig het bijgevoegde schema
- draairichting controleren door de pomp kortstondig (max. 5 sec.) te laten draaien

Montage van de leidingen

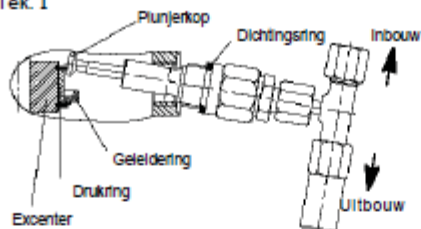
- vakkundig aanleggen
- gereinigde leiding gebruiken
- leidingen vooraf met een handpomp vullen met smeermiddel
- spanningsloos monteren
- dichting van de koppelingen controleren

De resp. montage van pompelementen PE 120/PE 120 v

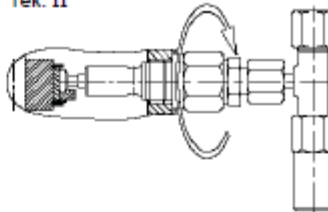
- de-of monteren alleen bij stilstaande pomp
- monteren van pompelement met gedeeltelijk uitgetrokken plunjer (1)
- het pompelement schuin naar boven in het gat van het pomphuis inbrengen (zie tek. I).
De dichtring (pos. 31) niet vergeten !
- is de kop van de plunjer bij de drukring, dan pompelement horizontaal brengen (zie tek. I)
- de kop van de plunjer moet in de groef van de drukring liggen
- pompelement vastdraaien (zie tek. II)
- demontage van een pompelement geschiedt in omgekeerde volgorde
- bij het demonteren van een pompelement erop letten dat de plunjer van het pompelement niet in het pomphuis achterblijft!

MONTAGE POMPELEMENTEN

Tek. I



Tek. II



IN BEDRIJF- NAME

Vetreservoir met schoon smeermiddel vullen.

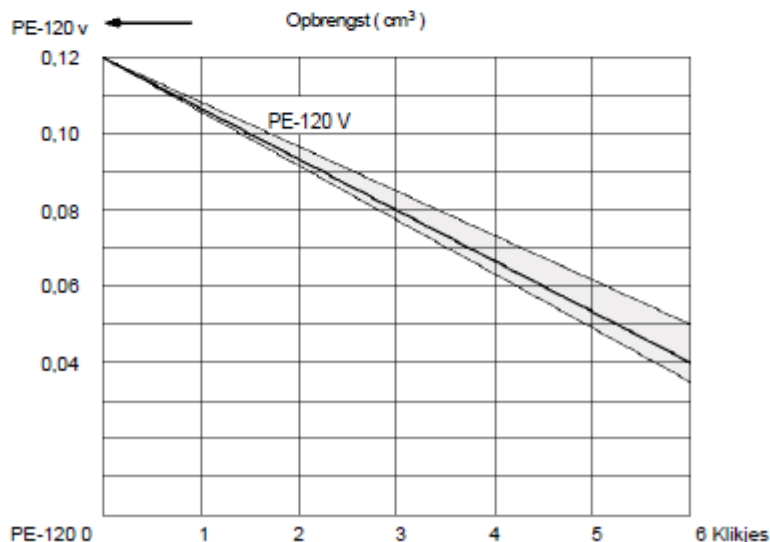
- vullen via smeemippel H1.
- vullen, bij de uitvoering van reservoir met vuldeksel, via het vuldeksel.
- smeemiddelvoorschriften van de machinefabrikant in acht nemen!
- gegevens van de smeemiddelfabrikant in acht nemen!

Pomp ontfluchten

- hoofleidingen van de pompelementen losnemen.
- pomp inschakelen totdat er bij het pompelement luchtvrij smeermiddel uitkomt.
- hoofleidingen weer aan de pompelementen aansluiten.
- pomp in bedrijf nemen.

Instelling opbrengst pompelement PE 120 v

- het pompelement PE 120 v is af fabriek op de volle opbrengst ingesteld.
- vermindering van de opbrengst per 0,013 cm³ per klik = 1/2 omwenteling.
- blindstop (2) met inbusleutel SW 5 verwijderen.
- het verstellen van de opbrengst geschiedt m.b.v. een schroevendraaier op de stelschroef (3).
- **tegen de klok indraaien vergroot de opbrengst.**
- **met de klok meedraaien verkleint de opbrengst.**
- de maximale verstelling = 2,4 mm = 6 klikjes.
- 1 omwenteling van de stelschroef = 0,8 mm = 2 klikjes.
- blindstop (2) incl. dichtring monteren en vastdraaien.

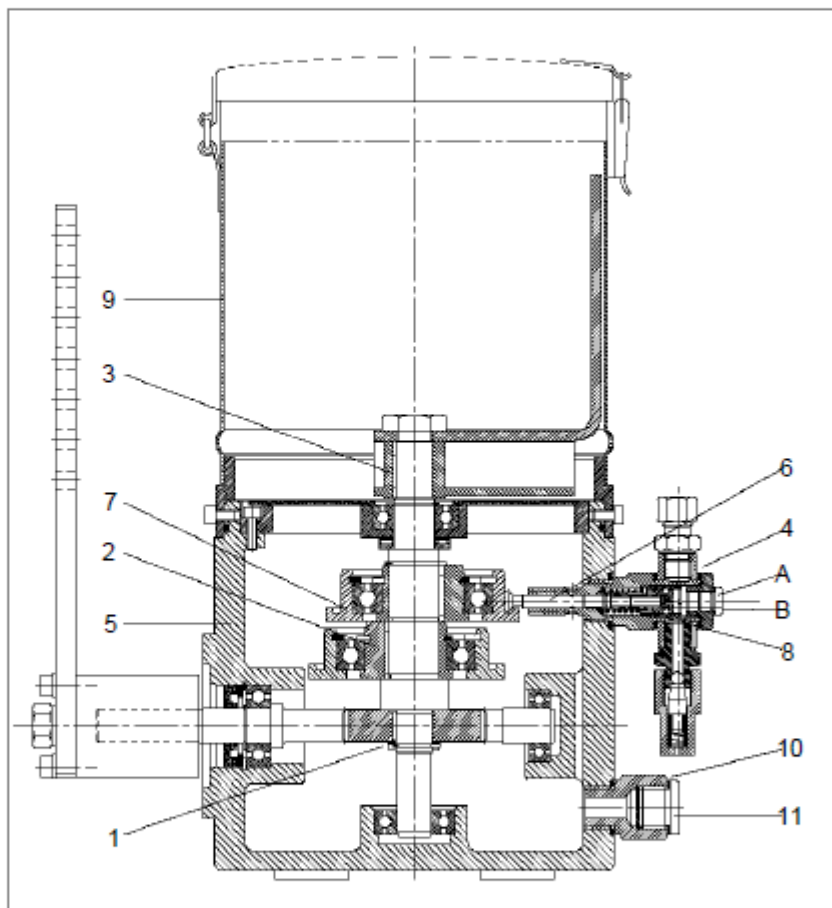


**FUNCTIE
OMSCHRIJVING**

Pomp:

De hogedruk vetpomp wordt aangedreven door de te smeren machine (roterend of pendelend, wisselende draairichting) of door een aangebouwde reductiemotor. Via een worm -wormwielvertraging (1), die zich in het pomphuis bevindt, wordt de roterende beweging doorgegeven aan het excenter (2) en de roervleugelconstructie (3). De pompelementen (4) zijn cirkelvormig op een of twee niveaus in het pomphuis (5) geschroefd. De pomplunjer (6) van het pompelement (4) wordt in de uitsparing van de excentering (7) ingehangen, waardoor een gedwongen zuig -en persslag uitgevoerd wordt.

Via een terugslagventiel (8), dat het terugzuigen van het vet voorkomt, komt het vet uit de aansluiting van het pompelement (4). Om een probleemloos aanzuigen van het smeermiddel te waarborgen, zijn de reservoirs (9) met een roerwerk (3) uitgerust, dat eventueel aanwezige lucht in het smeermiddel eruit roert en tegelijkertijd het smeermiddel naar het aanzuiggedeelte drukt. Het reservoir (9) kan via het deksel van het reservoir of via een vulaansluiting (10) weer gevuld worden.



Pompelementen:

De opbrengst van de pompelementen is verstelbaar (zie diagram onder Instelling opbrengst pompelement PE 120 v). Om de opbrengst te regelen moet de blindstop (A) eruit gedraaid worden. Dan kan, met behulp van een schroevendraaier, de opbrengst via het verdraaien van de stelschroef (B) veranderd worden (met de klok mee verminderd, en tegen de klok vermeerderd de opbrengst). De maximale verstelling bij het pompelement PE 120 v is 6 klikjes en komt overeen met 3 omwentelingen.

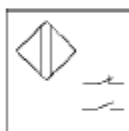
Niveaubewaking:

De BEKA hogedrukvetpompen kunnen op verzoek van de klant af fabriek uitgerust worden met een elektrische niveaubewaking ter controle van het minimum -en/of maximumniveau van het smeemiddel in het reservoir. Het voorkomt het leegdraaien en/of overvullen van het reservoir. Daalt respectievelijk stijgt het smeemiddelniveau in het reservoir onder of boven een, van te voren, bepaalde waarde, dan wordt door middel van een capacitieve naderingsschakelaar een elektrisch signaal afgegeven. Dit signaal kan benut worden voor het weergeven van een akoestisch signaal of het uitschakelen van de vetsmeer pomp of de complete machine, het starten van de vulpomp, enz...

Technische gegevens:

Bedrijfsspanning	10 -35 V DC
Schakeling	positief maak contact positief verbreek contact
Schakelstroom	200 mA
Stroomafname onbelast	< 20 mA
Beschermingsklasse	Schakelaar IP 67
Omgevingstemperatuur	Stekker IP 54
Kortsluitvaste uitgang	- 25°C tot + 70°C
Aansluiting	ja compacte stekkerverbinding 3-polig + PE
Aansluitschema	Nr. 1 = 10 -35 V Nr. 2 = massa Nr. 3 = breek- of maak contact PE = vrij

Aansluitschema vetniveaubewaking:



Standaardaansluiting: maak contact, zwart op Kl. 3,

breekcontact (wit) kann
nach Bedarf umgeklemmt
werden.

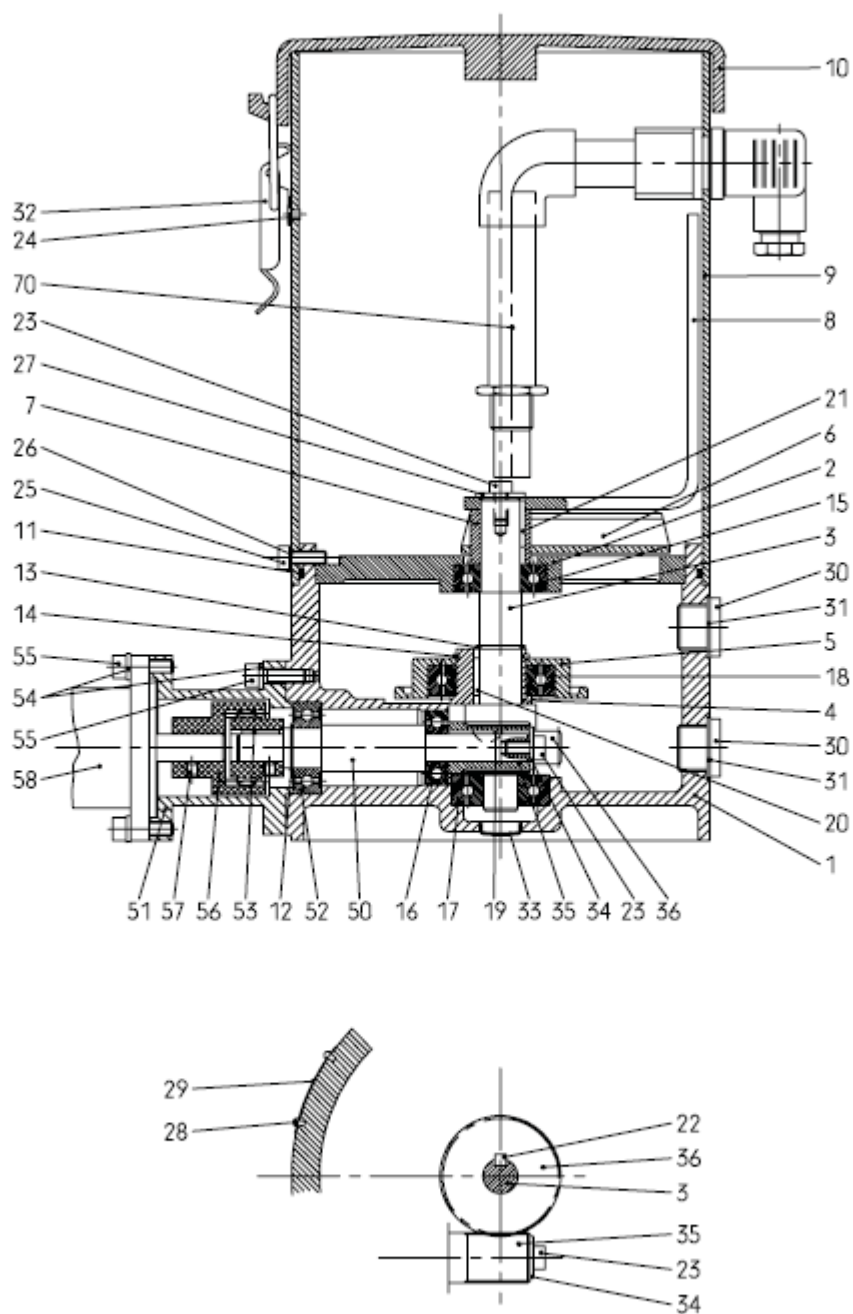
ONDERHOUD

- vetniveau in het reservoir regelmatig controleren, indien nodig met schoon vet bijvullen.
- bij signalering van de niveaubewaking (wanneer de pomp daarmee uitgerust is), omgaande de pomp met schoon vet bijvullen.
- wanneer de pomp langere tijd heeft stilgestaan, de pomp op werking controleren; wanneer nodig de pomp met geschikt reinigingsmiddel reinigen en weer met schoon vet vullen.

ONDERDELEN	Pos.	LIJST	Aantal	Omschrijving	Bestelnummer
	1		1	Pomphuis 1-10 uitgangen	F0386/01 -00 001
				Pomphuis 11-20 uitgangen	F0386/01 -00 002
	2		1	Centerring	F0386/02-00
	3		1	Aandrijfas	F0386/04-00
	4		1-2	Aandrijvingsexoenter	F0386/05-00
	5		1-2	Aandrijvingsplunjering	F0386/06-00
	6		1	Draaivleugel	F0386/08-00
	7		1	Aandrijvingsbus	F0386/09-00
	8		1	Roervleugel voor 5 kg	F0386/10-00 001
				Roervleugel voor 7,5 kg	F0386/10-00 002
				Roervleugel voor 10 kg	F0386/10-00 003
	9		1	Reservoir voor 5 kg	F0386/11 -00 001
				Reservoir voor 7,5 kg	F0386/11 -00 002
				Reservoir voor 10 kg	F0386/11 -00 003
				Reservoir voor 5 kg met niveaubewaking	F0386/11 -00 004
				Reservoir voor 7,5 kg met niveaubewaking	F0386/11 -00 005
				Reservoir voor 10 kg met niveaubewaking	F0386/11 -00 006

ONDERDELEN	Pos. LIJST	Aantal	Omschrijving	Bestelnummer
	10	1	Reservoirdeksel	010200433
	11	1	O-Ring	09037710062141
	12	1	Spanring	090047101711
	13	0-1	Spanring	090047100911
	14	1-2	Spanring	090047101611
	15	1	Kogellager	0900625620300
	16	1	Kogellager	0900625620100
	17	1	Kogellager	0900625630200
	18	1-2	Kogellager	0900625600600
	19	1	veer	09068880021
	20	1-2	veer	090688502211
	21	1	veer	090688501611
	22	1	veer	090688501811
	23	2	Cilinderkopschroef	090091203721
	24	4	Verzonken schroef	090096300312
	25	3	Cilinderkopschroef	090091203821
	26	3	Dichtingsring	100150020058
	27	1	Schijf	0906902003211
	28	2	Blindnieten	090147600111
	29	1	Typeplaatje	0490010001
	30	1-20	Blindstop	090090800813
	31	1-20	Dichtingsring	090760300811
	32	2	Spanafsluiting	04800004
	33	1	Afsluitdeksel	09004430011
	34	1	Schijf	0909021004111
	35	1	Aandrijving 50 : 1	F0386/15-00 001
			Aandrijving 36 : 1	F0386/15-00 003
			Aandrijving 25 : 1	F0386/15-00 002
			Aandrijving 18 : 1	F0386/15-00 004
			Aandrijving 9 : 1	F0386/15-00 005
	36	1	Pomprad 50 : 1	F0386/16-00 001
			Pomprad 36 : 1	F0386/16-00 003
			Pomprad 25 : 1	F0386/16-00 002
			Pomprad 18 : 1	F0386/16-00 004
			Pomprad 9 : 1	F0386/16-00 005
	50	1	Aandrijfas	F0386/03-01
	51	1	Tussenflens	F0386/17-00
	52	1	Kogellager	0900625620302
	53	1	veer	090688500811
	54	8	Schijf	090043300511
	55	8	Cilinderkopschroef	090091203921
	56	1	Koppeling junior 14	10017021J1412
	57	2	Draadstift	090091600211
	58	1	Elektromotor	00504100000612
	70	1	Vet niveaubewaking 5 kg	4451601900
			Vet niveaubewaking 7,5 kg	4451611900
			Vet niveaubewaking 10 kg	4451571900
	72	1-20	PE-120 zonder DBV Ø 6 mm Kenteken A	2152.990.6101.00
			PE-120 zonder DBV Ø 8 mm Kenteken B	2152.990.6101.01
			PE-120 zonder DBV Ø 10 mm Kenteken C	2152.990.6101.02
			PE-120 zonder DBV R 1/4" Kenteken D	2152.990.6101.03
			PE-120 met DBV Ø 6 mm Kenteken E	2152.990.6100.00
			PE-120 met DBV Ø 8 mm Kenteken F	2152.990.6100.01
			PE-120 met DBV Ø 10 mm Kenteken G	2152.990.6100.02
			PE-120 v zonder DBV Ø 6 mm Kenteken H	2152.990.6301.00
			PE-120 v zonder DBV Ø 8 mm Kenteken I	2152.990.6301.01
			PE-120 v zonder DBV Ø 10 mm Kenteken J	2152.990.6301.02
			PE-120 v zonder DBV R 1/4" Kenteken K	2152.990.6301.03
			PE-120 v met DBV Ø 6 mm Kenteken L	2152.990.6300.00
			PE-120 v met DBV Ø 8 mm Kenteken M	2152.990.6300.01
			PE-120 v met DBV Ø 10 mm Kenteken N	2152.990.6300.02
			PE-120 v met DBV R 1/4" Kenteken O	2152.990.6300.03

**ONDERDELEN-
TEKENING**





BEKA Nederland B.V.
Wagenmakerij 11
4762 AV Zevenbergen
Tel. : 0168 371 538
info@beka.nl
www.beka.nl

- Tandwielpompen
- Olie-meerleidingpompen
- Vet-meerleidingpompen
- Eénleiding-smeersystemen
- Olie omloop-smeersystemen
- Progressieve-smeersystemen
- Olie/lucht en sproeismeersystemen
- BEKA-MAX voertuigsmeersystemen
- FluiLub wielflenssmeersystemen
- Controle- en bewakingsapparatuur