DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

Thaulow

Forbrændingsmotorer

1911 - 1913

T.B.621.43. Gl.

DANMARKS
TEKNISK BIBLIOTEK

FORBRÆNDINGS-MOTORER.

VED

E. THAULOW,
Maskiningeniør. Docent ved Polyteknisk Læreanstalt

SÆRTRYK AF „LOMMEBOG FOR SMEDE"

INDUSTRIFORENINGENS
1912.

UDGIVET AF
FAGSKOLEN FOR HAANDVÆRKERE
OG MINDRE INDUSTRIDRIVENDE
(TEKNOLOGISK INSTITUT)

88

621.9

TB Gl.
621.43 Tra

(i konvolut)

88

MOTORER

VED

E. THAULOW,
Maskiningeniør, Docent ved polyteknisk Læreanstalt

SÆRTRYK AF „LOMMEBOG FOR SMEDE"

KJØBENHAVN
TRYKT HOS NIELSEN & LYDICHE (AXEL SIMMELKIÆR)
1912

MOTORER

Førend vi fortæller om Motorerne i Enkeltheder, vil det være rigtigt at give en ganske kort Oversigt over de almindeligst tekniske Udtryk, hvorved man betegner Motorens Størrelse, og som man benytter, naar man skal prøve Motoren for at undersøge om den virkelig kan yde den lovede Hestkraft.

Det første Begreb, vi her træffer paa, er Kraft. Ved Kraft forstaar man noget, der er i Stand til at overvinde en Modstand, saaledes at løfte en Byrde, at trække en Vogn op ad en Bakke og at dreje en Motor rundt ved at tage i dens Svinghjul. Kraften maales i Kilogram, idet man i de enkelte Tilfælde tænker sig Kraften erstattet ved Træk i en Snor, belastet med passende Lodder, og som over en Tridse er bragt til at virke i samme Retning som den virkende Kraft. Vægten af de anbragte Lodder kommer da til at svare til Størrelsen af denne Kraft.

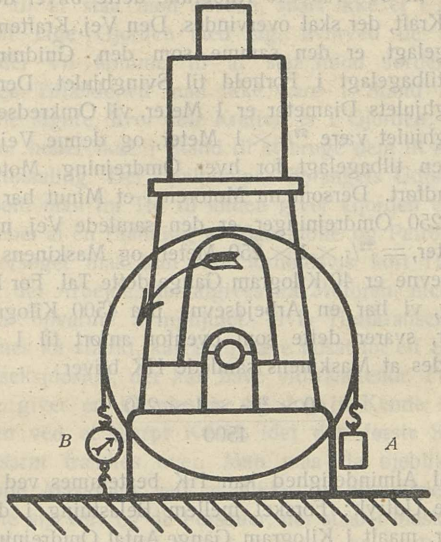
Naar man har overvundet en Modstand en vis Vejlængde, siger man, at man har udført et Arbejde, og da Arbejdet øjensynligt vokser baade med den anvendte Kraft og den Vej, der er tilbagelagt, maaler

man Arbejdet ved at multiplicere Kraften, maalt i Kilogram med Vejen, maalt i Meter; det udkomne kalder man da Kilogrammeter. Naar en Mand, en Hest eller en Motor er i Stand til Minut efter Minut at udvikle Arbejde, siger man, at den paagældende er i Besiddelse af en vis Arbejdsevne, som man maaler i det Arbejde, som f. Eks. en Motor under uafbrudt Arbejde er i Stand til at præstere i hvert Minut. Den sædvanlige Betegnelse for en Motors Arbejdsevne er imidlertid ikke Antallet af Kilogrammeter i Minuttet, men derimod Hestekraft. I Kraftmaskinernes Hjemland, England, har man én Gang for alle maalt, hvormeget en middelstærk, engelsk Hest var i Stand til at udrette ved uafbrudt Arbejde en Dag igennem og bruger dette som Maal.

Man har fundet, at Hesten var i Stand til at præstere omtrent 4500 Kilogram Gange Meter i Minuttet, og hver Gang en Maskine er i Stand til at præstere lige saa meget, siger man, at Maskinen udfører et Arbejde paa 1 HK.

Vi kan ved Hjælp af dette paa simpel Maade maale en Maskines Arbejdsevne. Har vi saaledes over Maskinens Svinghjul anbragt et Tov eller en Gjord, se Fig. *A*, vil Maskinen søge at rive den med sig ved Gnidningen mellem Gjord og Svinghjul, men vi kan ved paa Krogen *A* at anbringe passende Vægt forhindre, at Gjorden trækkes med under Maskinens Gang. Ved paa Krogen *B* at hænge andre Lodder, vil Kraften, hvormed Svinghjulet tager

Gjorden med sig, forøges, og man kan nu paa Krogen A anbringe endnu flere Lodder. Naar man paa denne Maade ved at forøge Belastningen af de 2



A.

Kroge har faaet Gnidningen mellem Gjord og Svinghjul saa stor, at Motorens Omdrejninger begynder at gaa kendeligt ned, er man naaet til den største

Ydelse, Maskinen er i Stand til at præstere, og man kan nu let regne sig til den afbremsede HK.

Er de Lodder, der hænger i Krogen A saaledes = 50 Kilo, vil Gnidningen mellem Gjord og Svinghjul svare til 50—10 = 40 Kilogram, dette bliver derfor den Kraft, der skal overvindes. Den Vej, Kraften har tilbagelagt, er den samme som den, Gnidningen har tilbagelagt i Forhold til Svinghjulet. Dersom Svinghjulets Diameter er 1 Meter, vil Omkredsen af Svinghjulet være $^{22}/_{7} \times 1$ Meter, og denne Vej har Kraften tilbagelagt for hver Omdrejning, Motoren har udført. Dersom nu Motoren i et Minut har udført 250 Omdrejninger, er den samlede Vej, maalt i Meter, = $^{22}/_{7} \times 1 \times 250$ Meter, og Maskinens Arbejdsevne er 40 Kilogram Gange dette Tal. For hver Gang, vi har en Arbejdsevne paa 4500 Kilogrammeter, svarer dette som ovenfor anført til 1 HK, saaledes at Maskinens samlede HK bliver:

$$\frac{40 \times {}^{22}/_{7} \times 1 \times 250}{4500}$$

I al Almindelighed kan HK bestemmes ved følgende Udtryk: Forskel mellem Belastning i de 2 Parter, maalt i Kilogram, Gange Antal Omdrejninger pr. Minut Gange $^{22}/_{7}$ Gange Diameteren af Svinghjul, maalt i Meter, det hele divideret med 4500.

Bremseforsøget, saaledes som det her er beskrevet, kan rent praktisk lettes noget ved i Stedet for Lodder paa den Side, hvortil Maskinen trækker, at an-

bringe en Fjedervægt, da Maskinen ellers paa Grund af Forandringen af Gnidningsforholdet mellem Skive og Gjord snart vil rive Gjorden med sig den ene Vej, saaledes at Lodderne til den anden Side kommer til at staa mod Jorden, snart ikke er i Stand til at tage Gjorden med sig, hvorved de andre Lodder vil komme til at staa imod Jorden. I begge Tilfælde vil man ikke være i Stand til at kunne afgøre, hvor stor Kraften er i Gjorden, og er derfor heller ikke i Stand til at bruge dem til nogen Kraftmaaling. Det hjælper paa Forsøgets Udførelse, dersom man fra Tid til anden giver Gjorden et Par Draaber af en Blanding af Maskinolie og Petroleum.

Forsøget maa kun vare forholdsvis kort Tid, da hele det Arbejde, der afgives fra Motoren, medgaar til at opvarme Svinghjulet. Hvis Hjulkransen opvarmes for stærkt, kan man være udsat for en Svinghjulseksplosion, der kan have vidtrækkende Følger. Ofte giver en Eksplosion sig dog til Kende i Forvejen ved et skarpt Knald, idet den første Svinghjulsarm trækkes over. Man maa da øjeblikkelig stoppe Maskinen ved at lukke for Brændslet, og fjerne sig selv og de Personer, der staar i Maskinens Nærhed, og navnlig ikke lade nogen staa i Retning som Svinghjulet, da løsrevne Stykker af dette vil svinges ud i Svinghjulets Plan. Man gør vel i fra Tid til anden under Prøven at føle med Haanden ind paa Svinghjulskransen, der ikke maa være mere end god haandvarm.

Motorernes Arbejdsmaade.

Forbrændingsmotorer omfatter en Række af Kraftmaskiner, som udvikler Arbejde af Varme, der dannes ved en Forbrænding i selve Maskinen. Virkningen beror paa, at en Blanding af Luft og Brændstof, der er indespærret i Motorens Forbrændingsrum — Rummet mellem Cylinderens Bund og Motorens Stempel, — naar dette er i sin inderste Stilling, pludselig antændes og forbrænder, hvorved den dannede Røgluft opvarmes meget stærkt. Da denne er indespærret og ikke frit kan udvide sig, stiger Trykket meget stærkt og driver Stemplet udefter.

For at der ikke skal gaa Brændstof til Spilde, maa Forbrændingen være saa fuldstændig som mulig, og samtidig maa den foregaa i meget ringe Tid, en Brøkdel af den Tid, der medgaar til Udførelsen af et enkelt Stempelslag, for at Trykket kan komme til at virke i rette Tid. Dette nødvendiggør Anvendelsen af et luft,- damp- eller støvformigt Brændsel, der i Tændingsøjeblikket kan være ensformigt blandet med Forbrændingsluften. I en god Forbrændingsmotor foregaar Forbrændingen da ogsaa saa pludseligt, at den udenfor Cylinderen vilde have haft Karakter af en Eksplosion. Motorerne benævnes derfor ofte Eksplosionsmotorer, selv om Forbrændingen naturligvis er ganske regelbunden og ganske savner de ødelæggende Virkninger, man i Regelen forbinder ved Begrebet Eksplosion.

Efter at Tændingen er sket og Forbrændingen foregaaet, benyttes det udviklede Tryk som anført til at bevæge Stemplet udefter. Samtidig aftager naturligvis den indespærrede Lufts Tryk, og naar dette er faldet saa meget, at Motoren ikke længere kan nyttiggøre det udviklede Arbejde, lader man Røgluften strømme bort. Jo større Tryk, man opnaar ved Forbrændingen af en vis Mængde Brændsel, des mere Arbejde kan Luften afgive under den paafølgende Udvidelse, og des mindre Brændsel bruger Motoren til at udføre et vist Arbejde. Sammentrykkes den brændbare Luftblanding, før Tændingen sker, vil Trykket under Forbrændingen vokse i samme Forhold som Sammentrykningen.

Man vinder herved tillige, at Rumfanget af Luften bliver mindre, saaledes at de enkelte Brændselsdele har lettere ved at komme i Forbindelse med Forbrændingsluften. Desuden vil selve Tændingen, der bruger en vis Tid til at forplante sig, faa kortere Vej at tilbagelægge, før hele Blandingen er antændt. Forbrændingen bliver derved fuldstændigere og foregaar i kortere Tid, hvorved Trykket kommer til at virke med sin fulde Styrke allerede paa den allerførste Del af Stemplets Vandring.

Ved enhver moderne Forbrændingsmotor kan man derfor skelne mellem følgende Afsnit:

1) *Fremstilling af en Blanding af Luft og Brændstof,* den saakaldte *Ladning.*

2) *Sammentrykning af Ladningen,* efterfulgt af en Tænding og Forbrænding.

3) *Udvidelse af Røgluften under Arbejdsslaget,* efterfulgt af en Afstrømning af Røgluften ved Enden af Slaget.

4) *Uddrivning* af Resten af den brændte Ladning.

Fremstillingen af den brændbare Blanding af Luft og Brændsel og Indbringelsen af denne i Motorens Forbrændingsrum kan ske paa forskellige Maader. Man skelner i denne Henseende mellem 2 Hovedtyper af Motorer:

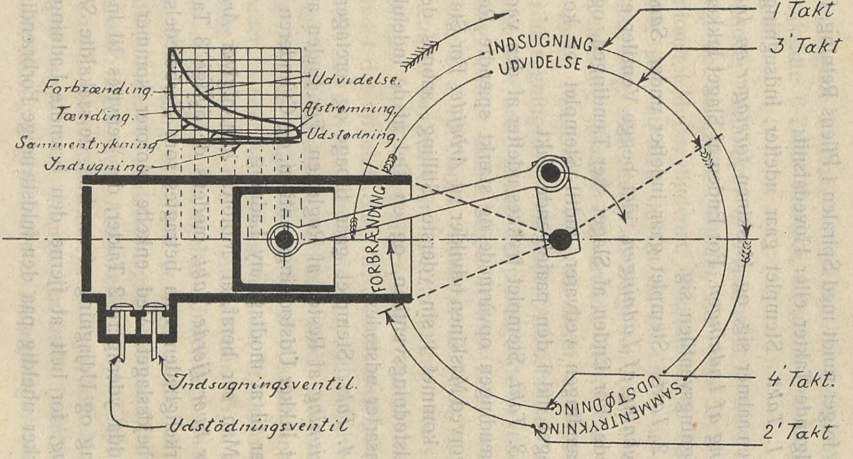
a) *4-Takts Motorer,* hvor Motorens Cylinder samtidig benyttes som Pumpe til Indsugning af Ladningen og navnlig af Forbrændingsluften.

b) *2-Takts Motorer,* hvor Indsugningen besørges af en særlig Pumpe, som Regel det lukkede Krumtaphus, hvorfra Luften ved Enden af Stemplets Arbejdsslag under Tryk strømmer over i Cylinderen, hvorfra den uddriver Resten af den sidst brugte Ladning.

Brændslets Indførelse skal senere omtales,

a) 4-Takts Motorer.

En 4-Takts Motor er vist skematisk i Fig. *B.* Figuren viser Maskinen i Snit som en encylindrisk, enkelt virkende, liggende Maskine med Plungerstempel og forsynet med Indsugnings- og Udstødningsventil. Spiralen angiver Stillingen af Maskinens Krumtap ved de forskellige Afsnit af Maskinens Arbejde. Idet


Forbrænding
Tænding
Sammentrykning
Indsugning
Udvidelse
Afstrømning
Udstødning
INDSUGNING
UDVIDELSE
FORBRÆNDING
SAMMENTRYKNING
UDSTØDNING
1 Takt
3 Takt
4 Takt.
2 Takt
Indsugningsventil
Udstødningsventil

B.

vi følger rundt med Spiralen i Pilens Retning, faar vi følgende Takter eller Hovedafsnit:

1. Takt. Stemplet gaar udefter, Indsugningsventilen aabner sig, og Maskinen *foretager en Indsugning af Ladningen.* For Enden af Slaget lukker Indsugningsventilen sig.

2. Takt. Stemplet gaar indefter under *Sammentrykning af Ladningen,* idet begge Ventiler er lukkede. For Enden af Slaget sker Tændingen, og Forbrændingen vedvarer, indtil Stemplet er kommet noget ind i den paafølgende Takt.

3. Takt. Stemplet trykkes udefter af den ved Forbrændingen opvarmede og stærkt spændte Røgluft, hvorved Maskinen udvikler sit *Arbejde.* Før Stemplet er kommet i sin yderste Stilling, aabnes der for Udstødningsventilen, og en Del af de indelukkede Gasarter udstødes.

4. Takt. Stemplet gaar tilbage og foretager *Uddrivning* af Resten af Røgluften. For Enden af Slaget lukker Udstødningsventilen, og Cylinderen er nu klar til at modtage ny Ladning.

Man ser heraf, at Motoren kun afgiver *Arbejde for hver fjerde Takt,* medens de øvrige 3 Takter i Virkeligheden maa betragtes som Forberedelser til Arbejdsslaget. Ved enkelte Motorer kommer hertil endda yderligere 2 Takter, der benyttes til Indsugning og Udjagning af ren Luft, de saakaldte *Skylleslag,* for helt at fjerne den brændte Ladning, der virker uheldig paa den fuldstændige Forbrænding af

den indsugede Ladning. Maskiner af denne Art, de saakaldte 6-Takts Motorer, benyttes dog meget sjældent.

Ovenover Tegningen af Maskinens Cylinder er anbragt det saakaldte Diagram, der viser Trykkets Variationer i Motorcylinderen. Diagrammet er fremkommet ved, at man ud fra en ret Linie, der er lige saa lang som Stemplets Slag, for hver enkelt Stempelstilling afsætter tilsvarende Tryk efter en eller anden Maalestok. Man ser heraf, at Trykket under Indsugningen er lidt under Atmosfærens Tryk og først naar dette under den paafølgende Sammentrykning. Under denne stiger Trykket raskt, indtil det naar 3 à 10 Gange Atmosfærens Tryk, noget før Stemplet har naaet sin inderste Stilling. Nu sker Tændingen, og Trykket stiger meget stærkt indtil lidt ind i det følgende Slag, hvor Forbrændingen er afsluttet. Nu drives Stemplet udefter, Luften udvider sig, og samtidig falder Trykket, først forholdsvis hurtigt, senere langsommere, indtil Afstrømningen begynder. Under Afstrømningen falder Trykket raskt og naar omtrentlig ned til Atmosfærens Tryk ved Enden af Stemplets Bevægelse. Under den paafølgende Uddrivning af Luften er Trykket paa Grund af Luftmodstandene i Udstødningsventilen og Udstødningsrøret noget over Atmosfærens Tryk. Trykket falder til noget under Atmosfærens Tryk, idet Motoren igen begynder at indsuge den friske Ladning.

Under Indsugningsperioden er Indsugningsventilen

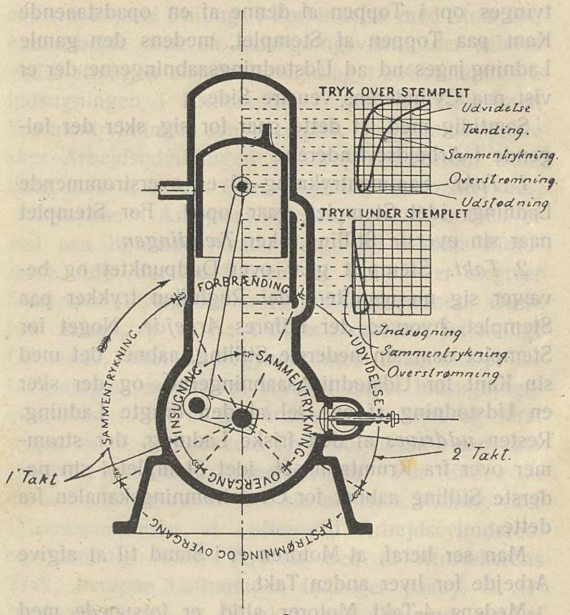
aaben, under Sammentrykningen, Arbejdsslaget og Udstødningen derimod lukket. Under Udstødningen er Udstødningsventilen aaben, men lukket under Indsugningen, Sammentrykningen og Arbejdsslaget. Hver enkelt Ventil aabnes derfor kun under hver anden Omdrejning af Motoren, og saaledes at Indsugningsventilen følger umiddelbart efter Udstødningen, hvad der bestemmer Motorens Omløbsretning. Ventilerne bevæges som Regel af en særlig Aksel, Styreakslen, der er forsynet med de Knaster, som aabner og lukker Ventilerne, og som løber halvt saa mange Gange rundt i Minuttet som Maskinens Hovedaksel. Tilstedeværelsen af en Styreaksel tilkendegiver, at Motoren arbejder i Firtakt.

b) **2-Takts Motorer.**

En opretstaaende 2-Takts Motor er vist i Fig. *C* og bestaar af en Arbejdscylinder, i hvilken Forbrændingen sker, medens Indsugningen af Luften foregaar i det lukkede Krumtaphus, der som Regel tjener som Luftpumpe. Arbejdsfordelingen er vist ved 2 Cirkler med Centrum i Midten af Krumtapakslen. Den indvendige Cirkel viser Pumpens Arbejde, den yderste Cirkel Arbejdscylinderens. Idet vi begynder med Pumpens Arbejde, faar vi:

1. Takt. Stemplet gaar opefter under *Indsugningen af Forbrændingsluften* (sjældnere ogsaa Brændsel), idet Luften strømmer gennem den paa Siden af Krumtaphuset viste Sugeventil.

2. *Takt.* Stemplet gaar nedad under *Sammentrykning af Forbrændingsluften,* idet den selvvirkende



C.

Sugeventil lukker. For Enden af 2den Takt passerer Stemplet med sin højre Side forbi Aabningen ad den Kanal, der forbinder Krumtaphuset med Arbejdscylinderen, og der sker en *Overstrømning* af Forbræn-

dingsluften, der er sammentrykket i Krumtaphuset, og som nu *strømmer* til Arbejdscylinderen, hvor den tvinges op i Toppen af denne af en opadstaaende Kam paa Toppen af Stemplet, medens den gamle Ladning jages ud ad Udstødningsaabningerne, der er vist paa Cylinderens venstre Side.

Samtidig med, at dette gaar for sig, sker der følgende i Arbejdscylinderen:

1. Takt. Sammentrykning af en overstrømmende Ladning, idet Stemplet gaar opad. Før Stemplet naar sin øverste Stilling, sker *Tændingen.*

2. Takt. Stemplet gaar over Dødpunktet og bevæger sig nu nedefter, idet Røgluften trykker paa Stemplet, hvorved der udføres *Arbejde.* Noget før Stemplet naar sin nederste Stilling, aabner det med sin Kant for Udstødningsaabningerne, og der sker en Udstødning af en Del af den brugte Ladning. Resten *uddrives* af den friske Ladning, der strømmer over fra Krumtaphuset, idet Stemplet i sin nederste Stilling aabner for Overstrømningskanalen fra dette.

Man ser heraf, at Motoren er i Stand til at afgive Arbejde for hver anden Takt.

Medens 4-Takt Motorer altid er forsynede med Ventiler, er Arbejdscylinderen ved 2-Takts Motorer som Regel ventilløs, idet dog Luftpumpen (Krumtaphuset) oftest er forsynet med en Sugeventil, der aabner sig under Indsugningsperioden. Denne Ventil kan dog ogsaa undgaas, idet en Aabning, der fra

det Fri fører til Krumtaphuset i Cylinderens venstre Side umiddelbart under Stemplets Kant, naar dette er i sin højeste Stilling, i Forbindelse med Stemplet, kan arbejde som en Indsugningsventil, der aabnes ved Slutningen af Indsugningsslaget i Krumtaphuset. Indsugningen i Krumtaphuset sker samtidig med Sammentrykningen over Stemplet. Paa samme Maade sker Arbejdsudviklingen i Arbejdscylinderen, samtidig med at Luften i Krumtaphuset sammentrykkes.

Trykkene i Arbejdscylinderen og Luftpumpen er vist paa lignende Maade som ved 4-Takts Motorerne, idet der ud fra en ret Linie, der angiver Stemplets Bevægelse, er tegnet Diagrammer. Disse faar naturligvis et fra 4-Takts Motorerne forskelligt Udseende. Idet vi begynder med Diagrammet for Luftpumpen, ser vi, at Trykket under Indsugningsperioden er lidt under Atmosfærens Tryk og først stiger op til Atmosfærens Tryk noget ind i den paafølgende Sammentrykningsperiode. For Enden af denne, naar Stemplet er i sin nederste Stilling, sker Overstrømningen af Luften til Arbejdscylinderen, og samtidig falder Trykket ned til Atmosfærens Tryk, hvorpaa Luftpumpen indsuger paany. I Arbejdscylinderen er Trykket ved Begyndelsen af Sammentrykningsperioden altid saa meget over Atmosfærens Tryk, som der svarer til Modstandene i Udstødningsaabningerne og Udstødningsrøret. Under Sammentrykningen stiger Trykket jævnt indtil henimod Slutningen af Sammentrykningsslaget, hvor

Tændingen sker, og Trykket stiger raskt for at naa sin største Værdi lidt ind i det paafølgende Arbejdsslag. Under Arbejdsslaget falder Trykket først stærkere, saa svagere, indtil Stemplet aabner for Udstødningsaabningerne, og Trykket i Løbet af ganske kort Tid falder til lidt over Atmosfærens Tryk.

Hovedpunkter i Motorernes Arbejde.

For en lille Smule nærmere at undersøge de Forhold, der giver det mest økonomiske Arbejde for Maskinen, maa vi gaa lidt ind paa de enkelte Arbejdsafsnit; der vil da samtidig blive Lejlighed til at gaa ind paa selve Tilførslen af Brændsel, der indtil nu ikke har været omtalt.

1) *Fremstilling af Ladningen.*

Vi har allerede tidligere omtalt Indsugningen af Forbrændingsluften og skal her kun omtale Indførelsen af Brændslet. Denne sker noget forskelligt efter Motorens Art og det anvendte Brændsel. Ved Gasmaskiner indsuges Gassen som Regel gennem en særlig *Gasventil,* der udmunder i Rummet umiddelbart før Indsugningsventilen, saaledes at Blandingen af Luft og Gas sker udenfor Cylinderen, og Blandingen passerer Indsugningsventilen, der her tit benævnes Blandingsventilen.

Ved Motorer til flydende Brændsel kan Brændslet enten tilføres ved Hjælp af en *Brændselpumpe* eller kan indsuges ved Sugningen i Maskinen gennem en særlig *Forstøver.* Anvendelse af Brændselpumpe er

langt den vigtigste og finder Sted ved alle 2-Takts Motorer og de fleste 4-Takts Motorer, der benytter Petroleum, Solarolie eller Raaolie. Brændselpumpen forenes da med Motorens Regulator saaledes, at denne afpasser den tilførte Brændselsmængde. Brændslet indføres som Regel med stor Kraft i en fin Straale, saaledes at denne let gaar over i Støvform. Brændslet træffer inde i Cylinderen paa en glødende Væg, Fordamperen, som Regel Væggen i Glødehovedet eller en fremstaaende Kam, der fra Glødehovedet naar ned i Cylinderen, og bliver derved fordampet. Indførelsen af Brændslet sker sædvanligvis samtidig med Indførelsen af den friske Luft, men kan dog ved 2-Takts Motorer finde Sted et Stykke inde i Sammentrykningsslaget.

Ved Motorer, hvor Brændslet indsuges ved Sugning i Cylinderen, som ved de fleste Benzin- og Spiritusmotorer, finder Indsugningen naturligvis Sted samtidig med Luften og ligesom for Gasmaskinernes Vedkommende i Rummet foran Indsugningsventilen. Brændstoffet passerer her et Forstøverelement, der ofte bestaar af en Skrue med undersænket Hoved, paa hvis skraa Flade der er indfræset fine Riller, hvorved Brændslet bliver fint fordelt. Hvor Brændslet ved Motorer af denne Art indføres i en varm Fordamper, deler man ofte Indsugningsventilen saaledes, at en Del af Luften sammen med Brændslet indsuges i en varm Fordamper, men Resten af Luften gennem en særlig Luftventil, for at Fordamperen ikke under

2

ringe Belastning eller Tomgang skal blive for stærkt afkølet ved at passeres af hele Luftmængden.

Det gælder om, at Motoren indsuger saa stor Luftmængde i Cylinderen som muligt, for at kunne forbrænde saa meget Brændstof som vel muligt, for dermed at udvikle det mest mulige Arbejde. Under Indsugningen sker der en lille Luftfortynding, idet Trykket nødvendigvis maa være noget lavere inde i Cylinderen end udenfor, for at Luften kan strømme ind gennem Indsugningsledningen, Indsugningsventilen m. m., hvad der formindsker Mængden af Forbrændingsluft i Indsugningsledningen. Modstandene bør derfor være saa smaa som vel muligt for at undgaa større Fortynding end nødvendigt. Man bør derfor undgaa Knæk, Bøjninger, Anvendelsen af større Rørlængder end nødvendig samt af for smaa Rørdimensioner. Ved Benzinmotorer og Sugegasmotorer er man dog af Hensyn til Indsugningen af Brændslet nødsaget til at forøge Luftmodstandene i Sugeledningen.

Indsugningsventilen, hvor denne findes, kan aabnes og lukkes af Motoren selv ved Hjælp af en Knast paa Styreakselen eller ved Hjælp af det Undertryk, der fremkommer under Motorens Sugning. Det sidste er uheldigt og i særlig Grad ved hurtiggaaende Motorer, da det dels kniber med at aabne og lukke tilstrækkeligt hurtigt i Forhold til den korte Tid, der staar til Raadighed, og Lukningen desuden ofte bliver ufuldkommen, idet Ventilen paa Grund af Fjed-

ringen i Ventillegemet og i Ventilsædet kommer til at hoppe, og derved tillader en Del af Ladningen at undslippe under den paafølgende Sammentrykningsperiode. De Midler, man har til at forebygge denne Hopning, er dels en Formindskelse af Ventilens Løftehøjde, dels en Forøgelse af Ventilfjederens Styrke, men begge Dele virke uheldigt ved at formindske den Luftmængde, der kan indstrømme i Motoren.

Ved 2-Takts Motorer, der — som vi har omtalt — er ventilløse, giver de korte Perioder for Overstrømningen af den nye Ladning og Afstrømningen af den brugte Ladning samt Sugeventilen paa Krumtaphuset Anledning til Ulemper af lignende Art.

2) *Sammentrykningen og Tændingen af Ladningen.*

Det gælder om at sammentrykke Ladningen saa meget som vel muligt, idet man dog maa undgaa, at den Opvarmning, der fremkommer ved Sammentrykningen, fremkalder en for tidlig Tænding af denne. I Almindelighed gælder det, at man kan sammentrykke desto mere, jo tyndere Brændslet er, d. v. s. jo større Rumfang af Brændslet, der skal til for at udvikle den samme Varmemængde. Sædvanligvis kan man saaledes sammentrykke stærkere ved Anvendelsen af luftformigt Brændsel end ved støvformigt og dampformigt Brændsel. I Reglen vil man kunne regne med, at den opnaaelige Sammentrykning aftager med Brændslet i følgende Orden:

Sugegas.
Lysgas.
Spiritus.
Benzin.
Petroleum.
Solarolie.

For at kunne sammentrykke saa meget som muligt, nedsætter man af og til Temperaturen i Cylinderen ved Fordampning af Vand, der indsprøjtes i Cylinderrummet samtidig med Indførelsen af Brændslet, uden at man dog her kan sige at have fundet nogen fuldt tilfredsstillende Løsning. Vandkølingen paa denne Maade er særlig nødvendig ved 2-Takts Motorerne, hvor navnlig Stemplet er meget varmt og let kan hidføre for tidlige Tændinger.

For Enden af Sammentrykningsslaget sker Tændingen og Forbrændingen, der maa være tilendebragt umiddelbart efter, at Maskinen er kommen ind i den følgende Takt. Tidspunktet for Tændingen er afhængig af Ladningens Forbrændingshastighed i Forbindelse med Maskinens Omløbshastighed. Sædvanligvis vokser Forbrændingshastigheden med Brændstoffernes Tæthed og er saaledes større for støvformigt Brændsel end for luftformigt Brændsel.

Tændingspunktet maa derfor vælges des før, jo mindre Faren er for Fortændingen eller i Rækkefølgen:

Sugegas.
Lysgas.
Spiritus.
Benzin.
Petroleum.
Solarolie.

Desuden er Tidspunktet for Tændingen afhængig af Motorens Hastighed og maa vælges des tidligere, jo hurtigere Motoren løber; thi des kortere Tid staar der til Raadighed for Tændingen og Forbrændingen.

3) *Tændingen.*

Tændingen kan ved Smaamotorer foregaa paa forskellig Maade. Almindeligst sker Tændingen, navnlig for Petroleumsmotorernes Vedkommende, ved en Berøring mellem den brændbare Blanding og en glødende Væg, sjældnere anvendes elektrisk Tænding.

Den glødende Væg kan enten være et Gløderør, der holdes opvarmet af en Lampe, eller et Glødehoved (Glødekugle), der holdes varm ved Forbrændingen i selve Motoren. Anvendelsen af Gløderør er ældst og finder fortrinsvis Anvendelse ved Gasmaskiner, men lejlighedsvis dog ogsaa ved Petroleumsmotorer. Anvendelse af Glødehoved findes kun ved Petroleumsmotorer. De fleste Glødetændinger, og navnlig Glødehovedtændinger, har den Ulempe, at de ikke tænder paa bestemt Tid. Denne Ulempe

medfører, at Motoren ikke er i Stand til at benytte saa høje Kompressioner, som man uden Anvendelse af Glødetænding vilde være i Stand til. Tændingen indtræffer saaledes tidligere ved fuld, end ved ringe Belastning, idet Glødehovedet ved fuld Belastning er varmere og Blandingen som Regel ogsaa tættere. Motoren maa derfor bygges saaledes, at Tændingen indtræffer i rette Tid for størst Belastning; men dette vil medføre, at Motoren kommer til at tænde for sent ved mindre Belastning og derfor vil arbejde forholdsvis uøkonomisk. Man forsøger ved flere Motortyper at bøde herpaa ved en Regulering af Vandindsprøjtningen i Cylinderen, saaledes, at Temperaturen af Blandingen nedsættes mere ved stor Belastning end ved lille; men da denne Regulering som Regel sker for Haanden, er dens Værdi til praktisk Brug kun tvivlsom. En Undtagelse herfra danner enkelte Gløderørstændinger, hvor der i Kanalen mellem Gløderøret og Cylinderen er indskudt en Tændingsventil, der aabnes af Motoren i Tændingsøjeblikket.

Den elektriske Tænding tillader højere Kompressioner end den ikke styrede Glødetænding, idet den brændbare Blanding ikke er i Berøring med nogen opvarmet, maaske glødende Væg under Sammentrykningen, men tændes af en elektrisk Gnist, der dannes netop i det rigtige Øjeblik. Den elektriske Tænding kan iøvrigt være indrettet paa forskellig Maade. Man har saaledes den saakaldte Batteritæn-

ding, hvor Strømmen leveres fra elektriske Tørelementer eller Akkumulatorer. Denne Tænding er imidlertid uheldig, idet den hyppige Fornyelse af Elementerne giver en Usikkerhed i Motorens Drift. Bedre er Dynamotændinger, hvor Strømmen leveres af en lille Dynamo, der drejes uafbrudt rundt, og hvor Strømmen sluttes og afbrydes i Tændingsøjeblikket. En Del Dynamotændinger lider imidlertid af den Ulempe, at der er mange, stadigt løbende Dele, der er stærkt udsatte for Slid.

Den nyeste og bedste elektriske Tænding er den saakaldte Magnettænding, hvor den lille Dynamo, der leverer den elektriske Strøm, kun bevæges kort før Tændingen indtræffer. Sædvanligvis bevæges Motorens Anker ud til Siden ved Hjælp af et Angreb paa Motorens Styreaksel eller i Forbindelse med denne, og i det Øjeblik, Tændingen skal indtræffe, slipper Angrebet Ankeret, der af en Fjeder rives tilbage til sin Midterstilling. Herved dannes den elektriske Strøm, og idet samtidig 2 Kontakter inde i Mororen, der normalt berører hinanden, pludselig rives fra hinanden, dannes der en Gnistvej, og Ladningen tændes.

4) *Arbejdsslaget.*

Som vi allerede har gjort opmærksom paa, udfører Motoren kun Arbejde i enkelte Takter, og Arbejdet maa derfor fordeles til de øvrige ved Anvendelse af Svinghjul. For at faa saa meget Arbejde som vel muligt af en vis Mængde Brændsel, maa

Begyndelsestrykket under Arbejdsslaget være saa stort som vel muligt, hvad vi tidligere har omtalt. Desuden maa Blandingen af Forbrændingsluft og Brændsel være saa fuldstændig som mulig; det er af denne Grund, at Indførelsen af Brændslet som Regel sker samtidig med Indførelsen af Forbrændingsluften, for at give disse Lejlighed til at blande sig inderlig med hinanden. Man kan sædvanligvis ikke gøre Regning paa en saa fuldstændig Forstøvning ad mekanisk Vej, at Forbrændingen i Motoren bliver fuldstændig. Ved Dieselmotoren er dette muliggjort ved Indsprøjtning med Luft, og ved ikke at indbringe Brændslet før i Slutningen af Sammentrykningsslaget og ved Begyndelsen af Arbejdsslaget opnaar man netop at kunne bruge den for Dieselmotoren saa karakteristiske høje Kompression, der er Hovedgrunden til Dieselmotorens ringe Brændselsforbrug. Noget i denne Retning har man dog med Held forsøgt ved 2-Taktsmotorerne ved en særlig Formning af Glødehovedet, hvorved Luften i dette under Sammentrykningen bliver sat i en stærkt hvirvlende Bevægelse. Under Arbejdsslaget er ved 4-Takts Motorerne begge Ventiler naturligvis lukkede. For Enden af Arbejdsslaget aabnes der for Afstrømningen, for at Trykket i Cylinderen kan faa Lejlighed til at falde til Atmosfærens Tryk, førend Stempelbevægelsen vender, saaledes at Udstødningen kan foregaa med saa ringe Modtryk for Motoren som mulig.

5) *Uddrivning af Resten af den brugte Ladning.*

Uddrivning af den brugte Ladning maa foregaa, uden at Stemplet kommer til at afgive mere Arbejde end højst nødvendig. Det gælder derfor om, at Ladningen kan slippe bort saa let som muligt, uden at møde Modstande som Knæk, Bøjninger m. m. For at formindske Modstandene, skal man desuden anvende saa store Rørdimensioner som vel muligt, og desuden benytter man sig som Regel af, at Udstødningen kun finder Sted i en enkelt Takt, idet man saa tæt som muligt ved Motoren anbringer en stor Beholder, den saakaldte Lydpotte. Røgluften passerer ud i denne under Udstødningsslaget, men faar i øvrigt Lejlighed til at undvige herfra gennem Resten af Udstødningsledningen under de paafølgende Takter. Det gælder da om, at Lydpottens Rumfang bliver tilstrækkelig stor til at optage hele den fra Cylinderen udstrømmende Ladning, uden at Trykket stiger for stærkt. Under Udstødningsperioden ved 4-Takts Motoren er Udstødningsventilen naturligvis aaben; den lukkes samtidig med, at Indsugningsventilen aabnes i Begyndelsen af Indsugningsslaget.

6) *Brændsel, Forstøvere og Fordampere.*

Det flydende Brændsel til Motorer bestaar hovedsagelig af Petroleum og Benzin, der begge vindes ved en Afdampning af det naturligt forekommende Raapetroleum og af petroleumsagtige Forbindelser,

der gaar under Navnet Solarolie, og som enten fremstilles ligesom Petroleum ved en Afdampning af Raapetroleum eller af olieholdige Lerskifre og Brunkul. I den nyere Tid er hertil kommen Spiritus, der navnlig i Tyskland synes at skulle vinde Indpas, og som maaske engang med Tiden, naar Petroleumsudvindingen ikke mere kan følge med den stadig stigende Efterspørgsel, vil rykke frem i første Linie som Brændsel ved Smaamotorer.

Petroleum har af Befolkningen i de Egne, hvor Petroleumen forekommer, allerede længe været kendt og benyttet, dels som Helbredelsesmiddel, dels til Belysning. Men det var først, da en Boring i Pensylvanien i 1869 gav Petroleum i rigeligere Mængde, at Stødet blev givet til Petroleumsindvinding i stor Stil. Den første Boring var kun 69 Fod dyb, og Raaolien maatte pumpes op, men i 1861 lykkedes det ved Boring til 460 Fod at træffe et petroleumsførende Lag, der gav Olien i saa rigelig Mængde, at den vældede op af Borehullet. Med den stigende Olieproduktion, der tillod en Anvendelse i større Omfang, steg ogsaa Efterspørgslen, og i Løbet af kort Tid var den østlige Del af De forenede Stater omkring Alleghenni Bjærgene grebne af en sand Petroleumsfeber. Boring efter Boring blev iværksat Pensylvanien, Ohio, West Virginien, Texas samt paa Canadas Grund. Hvor der var gjort heldige Boringer, skød den ene By i Vejret efter den anden, for igen at blive forladt i Løbet af 6 Maaneder til 2 Aar,

eftersom Boringerne hørte op med at give Petroleum. Petroleumsindvindingen var undergiven en sand Rovdrift og oversteg snart Efterspørgslen paa en saadan Maade, at Prisen for Petroleum faldt under Emballagens Værdi, og Mængder af Petroleum gik til Spilde, Imidlertid steg Efterspørgslen stadig jævnt og dermed Prisen paa Petroleum indtil 1872, da de russiske Petroleumsdistrikter, der indtil da havde været paa en enkelt Mands Haand, blev givet fri. Paa et ganske lille begrænset Omraade ved Baku opstod der snart en vældig Petroleumsindustri, der i Henseende til Mængden af Raaolie endda skulde overfløje den amerikanske. Til de amerikanske og russiske Felter er der desuden efterhaanden kommet mindre Petroleumsfund i Galizien og Rumænien og desuden i Asien samt paa Sumatra, Java, Borneo og i Birma og Japan, men ingen Steder tilnærmelsesvis saa rige som de amerikanske og navnlig de russiske ved Baku. I 1905 angaves Produktionen til 20 Millioner Tons Raapetroleum om Aaret og heraf 51 pCt. i Baku, 41 pCt. i Nordamerika, Resten 8 pCt. paa de øvrige Steder.

Den samlede Olieproduktion udgør dog kun $^1/_{40}$ Del af den samlede Kulproduktion, og tilmed synes det, som om Olieproduktionen er ved at naa til et Højdepunkt, idet Petroleumsfelterne og navnlig de amerikanske forholdsvis hurtigt udtømmes. Med det stærkt stigende Begær efter Petroleum til Motorbrug maa man derfor imødese en ret hurtig Stigning af

Petroleumspriserne, saameget mere, som Petroleumshandelen findes paa ganske faa Hænder, hvorved der let vil kunne hidføres Aftaler og Deling af Markedet paa Bekostning af den frie Konkurrence.

Raapetroleum bestaar af Forbindelser mellem Kul og Brint, der formentlig er dannet ved en Omdannelse af lavtstaaende Havdyr som Kreselalger og Koraller, der i yhyre Mængder har ophobet sig paa Bunden af Fortidens Have. Dannelsen af Petroleum har derfor intet med Dannelsen af Kul at gøre, saaledes som man i sin Tid var tilbøjelig til at tro. Sammensætningen af Raapetroleum er dog i flere Henseende forskellig efter Findestedet. Den amerikanske Raaolie er saaledes rigere paa lette Bestanddele end den russiske og er, navnlig for den pensylvanske Petroleums Vedkommende, klar og gennemsigtig, medens den russiske ofte er mørkebrun og uigennemsigtig med en ubehagelig, løgagtig Lugt. Raaolien benyttes sjældent som saadan til Brændsel for Motorerne, men underkastes en Afdampning under stadig stigende Temperaturer, for dels at indvinde de lettere fordampelige og værdifuldere Benzinarter, der har faaet saa udstrakt Anvendelse ikke mindst for Automobilerne, dels for at fjerne tungt fordampelige Bestanddele af Raaolien, der kun vanskelig vil forbrænde i Motorerne, og som bidrager til at tjære Maskinernes Stempel og Ventiler til. Dog anvendes nogen Raaolie og da særlig russisk til Motorbrug, da den russiske Petroleum kun indehol-

der forholdsvis faa faste Forbindelser, der har særlig Tilbøjelighed til at fortjære og til at tilstoppe de fine Indsprøjtningsdele i Motoren.

I Reglen foretages en Afdampning af Raaolien, hvorved da de Bestanddele, der fordamper under 150° C. udgør Benzin, mellem 150° og 300° de egentlige Lys- og Motorolier. Af Resten vindes af og til noget Solarolie, men som Regel benyttes den som Brændsel, hvorefter der ofte er rigelig Efterspørgsel. Af den amerikanske Petroleum vindes saaledes c. 15 pCt. Benzin, c. 50 pCt. Motor- og Lysolier, medens Resten ialt c. 35 pCt. benyttes paa Stedet som Brændsel. Af den russiske Raaolie fremstilles c. 5 pCt. Benzin, c. 27 pCt. Motor eller Lysolier, medens Resten 68 pCt. tungere Bestanddele „Ostatki" eller „Massuth" anvendes som Brændsel, dels lokalt, dels paa Jærnbanerne og Dampskibene i Sydrusland og paa Sortehavet. Efter Afdampningen renses Olien som Regel med fortyndet Svovlsyre og udvaskes med Vand og Natronlud for at fjærne Tjærebestanddele, der har dannet sig under Fordampningen, eller som er bleven revet med af de udviklede Dampe. Motorpetroleum som f. Eks. den amerikanske „Standard White" Petroleum har dog som Regel stadigt et gulligt Skær af fremmede Bestanddele, som man ikke har kunnet fjerne ved Petroleumsbehandlingen.

For at bringe Petroleum eller Benzin til at brænde maa man sørge for at Luften kan blandes saaledes ind i Brændselsmængden, at enhver lille Brænd-

seldel kan komme i Berøring med Luften. Medens en saadan Blanding let finder Sted ved luftformigt Brændsel, bliver Sagen straks vanskeligere, naar det som nu drejer sig om brændbare Vædsker, idet disse enten maa forstøves meget fint eller ligefrem fordampes, førend en fuldstændig Forbrænding kan finde Sted. Medens man forholdsvis let kan opnaa en Fordampning med Anvendelsen af Benzin, bliver Forholdene vanskeligere ved Petroleum og endnu vanskeligere ved Solarolie. Her maa man anvende Fordampning, idet Petroleumen eller Solarolien indsprøjtes i saa vidt mulig forstøvet Form i en Fordamper, det vil sige et Rum, hvis Vægge holdes stærkt opvarmede. Dette Rum kan ligge inde i selve Maskinen og er da ofte udformet som Glødehoved eller Glødekugle, der samtidig tjener til Tænding, saaledes som vi tidligere har omtalt, eller Forstøveren anbringes udenfor Maskinen, saaledes at denne suger Luften igennem Forstøveren, medtagende de udviklede brændbare Dampe. Det første er nu om Stunder det hyppigst anvendte, idet man forholdsvis nemt kan anvende en ved Forbrænding i Motorens Indre udviklet Varme til Fordampning.

7) *Reguleringen.*

Reguleringen af Smaa-Motorer kan ske paa forskellige Maader, af hvilke det dog vilde være unødvendigt at omtale andre end *Udsætterregulering* og *Ladningsregulering.*

Udsætterregulering er den ældste og endnu den

Dag i Dag den mest brugte. Motorerne faar ved denne altid samme Brændselsmængde for hvert Arbejdsslag, hvad enten Motoren løber med fuld, eller delvis Belastning, eller med Tomgang. Løber Motoren med en mindre Belastning, afbryder Regulatoren af og til Forbindelsen mellem Brændselspumpen eller Gasventilen og deres Bevægemekanisme, saaledes at Motoren ikke modtager noget Brændsel og ikke udvikler Arbejde. Naar der ses bort fra den Mængde Forbrændingsluft, der under normal Gang bliver tilbage i Motorens Forbrændingskammer, bliver Blandingsforholdet af Luft og Brændsel ved denne Reguleringsmaade uforandret for hvert Arbejdsslag, og man kan derved sikre sig, at Brændslet bliver forbrændt med størst mulig Økonomi.

Ved Motorer med Forstøver og uden Brændselspumpe bliver Udsætterreguleringen dog ofte iværksat paa anden Maade. For Eks. kan Udstødningsventilen holdes fast i aaben Stilling, saaledes at den gamle Ladning suges tilbage, eller Udstødningsventilen kan holdes lukket, hvorved den gamle Ladning ikke faar Lejlighed til at slippe bort. Idet Motorer af denne Art samtidig er forsynet med en ikke styret Indsugningsventil, vil denne, naar Undertrykket i Cylinderen paa denne Maade ikke bliver stort nok, ikke aabne sig. Motoren faar derfor ikke nogen ny Ladning, og tager Udsættere. Ofte maa man dog yderligere sikre sig, at Indsugningsventilen holdes lukket ved Anbringelsen af en Indretning, der ved

en Fjeder holder Ventilen til eller ved en særlig Mekanisme laaser Indsugningsventilen, naar Motoren tager Udsætter.

Ladningsreguleringen gaar for sig paa den Maade, at Motoren modtager Brændsel til hvert Arbejdsslag, men Brændselsmængden afpasses af Regulatoren i Overensstemmelse med Motorens Behov. Denne Reguleringsmaade er ikke saa økonomisk som Udsætterreguleringen, idet Motoren ikke er i Stand til at forbrænde de smaa Brændselsmængder med samme Økonomi som de, der svarer til fuld Belastning, og hvorefter Motoren er konstrueret. Imidlertid har Motorer med Ladningsregulering andre Fordele, hvoraf maa anføres den forholdsvis jævnere Gang og den Omstændighed, at Motorer med Glødehovedtænding lettere kunne holde sig varme under ringe Belastning, idet der ved hvert Slag tilføres nogen Varme, medens ved Motorer med Udsætterregulering Hovedet køles ved hvert Slag, hvor der ikke udvikles Arbejde.

8) *Kølingen.*

Under Forbrændingen i Cylinderen udvikles der en ganske betydelig Varme; der er saaledes lejlighedsvis maalt Temperaturer paa indtil 1900° C. Disse Temperaturer kan naturligvis ikke taales af Materialet og særlig ikke af den for Motorens Gang absolut nødvendige Smøreolie, hvorfor Motorerne altid maa være forsynede med Vandkøling. Kølingen kan enten ske med Vandværksvand, der ledes igen-

nem en Kappe omkring Arbejdscylinderen, eller ved at Vandet fra en stor Beholder bringes til at strømme omkring Kølekappen og tilbage til Beholderen, hvor det faar Tid til at afkøle sig igen. Det sidste er det almindeligste med Smaamotorer. Til transportable Motorer, hvor man ikke kan medføre saa stor Vandmængde, at denne kan faa Tid til at afkøles imellem hver Benyttelse, understøttes denne Køling tit med en Fordampningskøling, idet en Kølepumpe afgiver Vandet til en Overbeholder, hvorfra det i fine Straaler, ofte følgende nedhængende Sejlgarnssnore, strømmer til en Underbeholder, hvorfra det tages igen af Kølepumpen. Vandet faar paa denne Maade undervejs fra Over- til Underbeholder en meget stor Overflade, og naar Vinden blæser, eller man ved en Blæser fremkalder en stærk Luftfornyelse omkring de faldende Straaler, vil der opstaa en kraftig Fordampning, hvorved Vandet afkøles. Endelig kan man, ved paa særlig Maade at udforme Kølekappen, indrette Kølingen som en Fordampningskøling, hvor Vandet kommer til at koge i Kølekappen og fordamper, hvorved Cylinderen afkøles ved Dampdannelsen.

9) *Motortyper og deres Anvendelse.*

Man bliver ofte forespurgt om, hvilke Motortyper, man skal vælge for sin Virksomhed. Er en 2 Takts eller en 4 Takts Motor, en hurtigt løbende eller en langsomt løbende, en staaende eller liggende Motor den bedste for ens Virksomhed? Spørgsmaalet kan

ikke besvares i al Almindelighed. Man maa dertil have Angivelser om Virksomhedens Art, HK, Forbrug, Beskæftigelsesgrader m. m., førend man kan give et tilfredsstillende Svar. For at hjælpe til en Besvarelse skal vi gaa lidt ind paa Fordele og Mangler ved de forskellige Motortyper.

4 Takts Motorer, hvor Indsugning, Sammentrykning, Forbrænding m. m. foregaar i samme Cylinder, giver kun Arbejde for hver anden Omdrejning af Motorens Aksel, medens en 2 Takts Motor giver Arbejde for hver Omdrejning, hvorfor den, alt andet lige, kun behøver det halve Stempelareal, naar iøvrigt Slaglængde og Omdrejningstal forbliver det samme. 2 Takts Motoren er derfor alt andet lige for samme Hestekraft mindre, men ogsaa billigere end 4 Takts Motoren.

Økonomien for de 2 Typer bliver for nye Motorer praktisk talt den samme, maaske synes der at være en lille Fordel for 2 Takts Motoren, hidrørende fra ringere Varmebortledning fra Motorens Cylinder for hvert Arbejdsslag, hvad der opvejer det større Arbejde ved en ekstra Sammentrykning af Luften i 2 Takts Motorens Luftpumpe.

Den hyppigere Arbejdsafgivelse af 2 Takts Motoren gør, at denne, under iøvrigt samme Forhold, giver et roligere Arbejde med kortere Dødperioder end 4 Takts Motoren, hvad der gør 2 Takts Motoren godt egnet til Ophejsningsspil m. m., idet den i

disse Tilfælde kommer til at virke paa lignende Maade som 2 cylindriske 4 Takts Motorer.

Paa den anden Side er Holdbarheden af 4 Takts Motorer langt større end 2 Takts Motorernes med samme Stempelvandring og Antal Omdrejninger pr. Minut. Man kan regne med, at 4 Takts Motorer varer c. en halv Gang længere end 2 Takts Motorer, hvad der ofte udligner Fordelene ved 2 Takts Motorerne. Dertil kommer, at 2 Takts Motorerne tidligere bliver utætte og ved Utætheden gaar mere ned i HK-Ydelse og op i Brændselsforbrug end 4 Takts Motorerne.

Naar man staar overfor Valget af de 2 Typer, maa man derfor stille sig klart, hvor meget Motoren skal benyttes. Er Benyttelsen stor, saaledes til Værksteder, hvor Maskinen arbejder stadigt, til Hovedmotor i Fiskerifartøjer m. m., bør 4 Takts Motorer anvendes. Gælder det derimod om forholdsvis ringe Benyttelser og navnlig om Tilvejebringelse af Reservekraft som ved Vindmøller, er 2-Takts Motoren paa sin Plads og bør anvendes, idet man drager Fordel af dennes ringere Pris.

Paa lignende Maade som det gaar med Valget af 2-Takts eller 4-Takts Motorer gaar det ved Valget mellem en hurtigt gaaende og en langsomt gaaende Motor. Jo hurtigere Motoren løber, desto før vil den være udslidt, og desto mindre driftsikker bliver den. Under sædvanlige Forhold vil man kunne regne med en Levedygtighed, svarende til 240,000,000 Omdrej-

ninger for gode 4-Takts Motorer under Forudsætning af tilfredsstillende Pasning, ved 2-Takts Motorer omtrentlig 160,000,000 før den første Opboring, hvoraf man kan slutte sig til Levedygtigheden under givne Forhold.

Ved Valget mellem en staaende eller liggende Motortype maa man nærmest gaa ud fra Motorens Anvendelse. En liggende Motor er forholdsvis lettere tilgængelig, ligger bedre i sit Fundament, hvorfor den bedre kan modstaa Virkningen af skraat liggende Remtræk og bør derfor fortrinsvis finde Anvendelse til Transmissionsdrift. En staaende Motor er som Regel noget billigere, tager mindre Plads op og løber noget hurtigere, hvorfor den egner sig til direkte Kobling til hurtigt gaaende Maskiner som Dynamoer, til Baadbrug m. m.

Holdbarheden af de 2 Typer vil under sædvanlige Forhold være praktisk talt den samme. Til Fordel for den staaende Type taler, at Stemplet ikke bæres af Cylindervæggen, hvorved Slidet paa denne bliver mindre. Imidlertid undgaas dette Slid ikke, idet Kraften under største Delen af Stemplets Bevægelse skal overføres igennem en skraat stillet Plejlstang, hvorved en Del af Trykket altid maa forplantes igennem Cylindervæggen. Endvidere har den staaende Motor den Mangel, at medrevne Smaadele som Glødskaller eller Oliekoks, der dannes i Cylinderens Indre ved ufuldstændig Forbræding af Smøreolien, vanskeligt slipper bort og derfor vil danne

Slibemidler, der vil forøge det naturlige Slid paa Cylindervæggen. Disse Dele har betydelig lettere ved at slippe ud af de liggende Motorer, hvorfor denne Type i Henseende til Holdbarhed næppe staar tilbage for den staaende.

10) *Opstilling af Motorerne.*

Motorerne maa opstilles i et lyst og renligt Rum, forsynet med Betongulv eller lignende, da Motoren, hvis Gulvet er løst, eller hvis den er opstillet paa Steder, hvor der er støvet, vil opsuge Støvdele i Lejer m. m. og forholdsvis hurtigt være udslidt. Væggene i Rummet maa være murede eller pudsede. Loftet maa, dersom det ikke er fjærnet mere end 5 Fod fra Motoren, ligeledes være pudset eller beklædt med Jærn.

I det Rum, hvor Motoren er opstillet, maa der ikke opbevares eller forarbejdes let antændelige Varer som Træ o. l. Udstødningsrørene skal holdes mindst 2″ fra alt Træværk og maa ikke passere Rum, hvori let antændelige Varer opbevares. I selve Motorrummet maa der ikke findes større Forraad af Petroleum; Petroleumsbeholderen maa ikke anbringes paa Steder, hvor der er varmt. Dersom der til Motoren hører Lampe, skal den være anbragt saaledes, at den ikke kan falde af under Maskinens Rystelser, og let kan opsættes og fjærnes igen.

Hvor Motoren trækker Virksomheder, der forarbejder let antændelige Varer, maa man for denne bygge et særligt, brandfrit Motorhus, hvad man iøv-

rigt ogsaa staar sig ved ved andre Virksomheder, og Trækket fra Motoren maa ikke forplantes ved Hjælp af Rem ind i den Virksomhed, der skal trækkes, da den brandfri Opstilling i saa Fald bliver betydningsløs. Kraftoverførelsen maa ske igennem en Aksel, der passerer igennem Mur ind til den paagældende Virksomhed, og hvor der omkring Akslen ved Hjælp af en gennemhullet Jærnplade er skaffet nogenlunde Tætning til Veje.

Nøgler og løst Værktøj bør være anbragt paa et Nøglebrædt.

Hvad kan man forlange af en god Motor?

En Motor maa først og fremmest være driftsikker, da de Arbejdstab og den Ulejlighed, man har af en Motor, der fra Tid til anden nægter at arbejde, langt overgaar baade et ringe Brændselforbrug og en forholdsvis høj Anskaffelsespris; dernæst maa Motoren ikke bruge for meget Brændsel og Smøreolie, navnlig maa man i denne Forbindelse lægge Mærke til dette sidste, hvad der ofte glemmes. Motoren maa være i Besiddelse af en efter Forholdene passende Varighed, saaledes at den ikke for tidligt mister sin Driftsikkerhed og Kraft.

Driftsikkerheden beror dels paa Motorens gode Udførelse, dels paa Pasningen og paa Motorens Reguleringsevne. Motorens gode Udførelse kan man undersøge ved Eftersyn af dennes enkelte Dele.

Stemplet maa passe tæt i Cylinderen, hvad der kan prøves ved at dreje Motoren langsomt rundt imod Sammentrykningsslaget og mærke den Modstand, Motoren yder herimod. Ved gode Motorer vil det praktisk talt være umuligt at dreje Maskinen langsomt rundt imod Sammentrykningen. Stempel og Cylinder maa helst begge være afslebne, da Tætheden derved varer længere, end dersom Motoren kun var afdrejet. Større Motorer bør altid være forsynede med en indtrukket Slidcylinder. Maskinen maa have en blød Gang ved Drejning for Haanden; idet man tager et Dæksel af, maa der ikke for Haanden kunne mærkes nogen haarde Punkter i Maskinens Gang.

Cylindervæggen maa være tæt og ikke ved Eftersyn vise utætte Steder; en Utæthed i Cylindervæggen vil ofte vise sig ved, at der under Motorens Gang danner sig et rustfarvet Skum foran Stemplet, bestaaende af en Blanding af Olie og Kølevand, der er trængt ind i Cylinderen.

Alle Tætningsflader, der hyppigt skal løsnes f. Eks. ved Dæksler til Ventilkamre, maa være tilslebne og ikke samlede ved Pakning. Begge Plejlstangslejer bør være efterspændelige. Alle Bøsninger, der ikke er efterspændelige, bør ligesom Tappene være af hærdet Staal, ligeledes alle de Regulatordele, imellem hvilke der under Maskinens Gang foregaar en Glidning.

Som smaa Vink med Hensyn til Undersøgelsen

af en Motors Godhed kan anføres: Se efter, om Gevindet er godt skaaret, om Nøglerne passer, om Møttrikkerne, der tit skal løsnes, er indsatte og hærdede, om Cylinderen med tilhørende Dele er godt udrenset for Støbesand; se navnlig efter paa Steder, der som Ventilhusene er vanskeligt tilgængelige. Fabrikanter, der leverer godt Arbejde, vil ikke forsømme disse Punkter, dersom den øvrige Del af Maskinen er godt Maskinarbejde.

Motoren maa være let at sætte i Gang og maa ikke bruge for stor Kraft ved Tomgang. Ved Motorer, der arbejder med Udsættere, kan man regne med, at de, efter deres større eller mindre Indløbning, maa kunne tage 8—10 Udsættere for hver Eksplosion, naar de løber uden Belastning. Motoren maa kunne løbe lydløst uden for megen Klapren af de bevægende Dele, og uden at der under Maskinens Gang høres dumpe Stød i Maskinens Indre; det sidste vil ofte tyde paa, at Maskinen er for spinkel bygget i Forhold til den anvendte Sammentrykning før Tændingen.

Motorens Pasning.

Motorens Pasning ud over den daglige Drift med Igangsætning, Stopning, Efterfyldning af Smøreglas m. m., bestaar i et Eftersyn og Rensning udvendig og indvendig af Motoren med tilhørende Dele og lejlighedsvis Slibning af Ventilerne. Den udvendige Rensning bestaar i en Aftørring af Maskinen efter

Brug samt Fjernelse af Rust paa denne, saaledes som enhver, der holder af sin Motor, er vant til at udføre. Ved den indvendige Rensning maa man skelne mellem det periodiske Eftersyn af Maskinens let tilgængelige Dele og Hovedeftersynet, hvorved man ogsaa udtager Stemplet. Det første maa finde Sted mindst hver 10. Uge for Lysgasmotorer, hver 8. Uge for Sugegasmotorer, hver 6. Uge for Petroleumsmotorer og hver 4. Uge for Raaoliemotorers Vedkommende. At vente med Adskillelse og Eftersyn af Motorerne, indtil de ikke kan løbe mere, er ganske forkasteligt, idet det gaar ud over Maskinernes Levedygtighed. Ved hver anden Rensning af Motorerne foretager man samtidig det ovenfor omtalte Hovedeftersyn.

Rensningen bestaar i en Afvadskning med Petroleum, eventuelt Afskrabning af de i Motorens Indre, navnlig paa Bagsiden af Stemplet og i Ventilhuset afsatte Oliekoks. Man maa dog heller ikke glemme at efterse og rense Glødehoved, Udstødningspotte og Udstødningsledning m. m., navnlig vil en Indsnævring af den sidste vise sig meget uheldig overfor Maskinens Arbejdsydelse. Udstødningsledningen kan som Regel renses ved Gennembrænding, idet man anbringer den ene Ende af Røret i Essen.

Samtidig med Rensningen foretages Eftersyn af Ventilerne. Man skiller disse fra deres Forbindelse med Motorens løbende Dele og vadsker Ventil og Sædet godt af med Petroleum; samtidig ser man

efter, om der ikke paa Tætningsfladerne skulde sidde fasthamret fremmede Dele som Glødeskaller etc., der da maa fjernes ved Hjælp af en Skraber eller lignende. Man gaar nu i Gang med at undersøge, om Ventilerne er tætte. Dette kan ske ved at benytte Mærkerødt, som man smører i et tyndt Lag paa Ventilen, førend man anbringer den paa Sædet. Hvor den da paa Sædet afsætter rødt, gaar de 2 Dele for tæt paa hinanden, medens der paa andre Steder slipper Luft igennem. Det gælder nu om at fjerne det Materiale, der staar for langt frem og derfor er mærket rødt. Men førend man giver sig i Lag med en Tilskrabning, maa man forvisse sig, om man skal skrabe paa selve Ventilen eller paa Ventilsædet, idet Ventilsædet godt kan være rundt, og Afmærkningen skyldes Fremspring paa selve Ventilen. For at undersøge dette, tørrer man endnu en Gang Ventil og Ventilsædet rene, forsyner Ventilen med Mærkerødt og anbringer den igen paa Plads imod Ventilsædet, men dog saaledes, at Ventilen er drejet en ret Vinkel. Hvis Ventilen nu mærker Ventilsædet paa samme Steder, er det Ventilsædet, der er urundt, og som skal skrabes.

Skrabningen udføres med en alm. Fladskraber, idet man naturligvis maa arbejde med fornøden Forsigtighed. Naar man ved Skrabningen er kommet saa langt, at Ventilen begynder at mærke hele Vejen rundt, kan man begynde med Indslibningen

af de to Dele. Indslibningen foregaar enten med Anvendelse af middelgroft Smergelpulver, eller bedre med Karborundumpulver og foretages, idet man paa Ventilen, der er indsmurt i Olie, drysser lidt af Slibemidlet. Man anbringer nu Ventilen paa Plads, drejer den smaat frem og tilbage paa Stedet, idet man for hver Drejning samtidig løfter Ventilen lidt for at fordele Slibemidlet over hele Ventilsædet.

Man drejer derpaa Ventilen et lille Stykke frem og fortsætter med Slibningen paa Stedet, saaledes at man efterhaanden kommer hele Ventilsædet rundt. Nu tager man Ventilen af, visker de paasiddende Dele af, anbringer Ventilen igen paa Plads og sliber videre med Resten af det paa Sædet siddende Slibemiddel. Naar man igen er kommet rundt, tager man Ventilen op og visker baade Ventilen og Ventilsædet rene. Ventilen vil nu sædvanligvis være i Orden, men man maa selvfølgelig endnu en Gang undersøge, om den er tæt, førend man stoler paa den.

Dersom Ventilen er kendelig urund, maa man dog foretage en Afdrejning af denne, da en Indslibning paa denne Maade forudsætter, at mindst en af Delene er runde.

Ved Udtagning, Indsætning og Rensning af Stemplet gælder det om, at Stempelringe og Tætningsflader ikke kommer til at lide Overlast. Ved Rensningen af det udtagne Stempel benytter man sig ligesom ovenfor af Petroleum.

Dersom det skulde vise sig, at enkelte Stempelringe skulde have sat sig fast, blødgør man de sammenklæbede Oliekoks med Anvendelse af Petroleum, eventuelt ved over de Dele, der sidder fast, at lægge en Haandfuld Tvist, gennemtrængt af Petroleum. I de fleste Tilfælde vil dette være tilstrækkeligt, saaledes at man kun rent undtagelsesvis behøver at foretage en Adskillelse af Stemplet ved Udtagning af Stempelringene. Hvis dette er nødvendigt, maa man foretage det med tilbørlig Omhu, saaledes at Ringene ikke forbøjes. Bedst sker dette ved, at man med en Krog løfter den ene Ende af Stempelringen op og skyder et Stykke Blik ind under denne; ved at skyde Blikket til Side, kan man anbringe et nyt Stykke Blik, og saaledes videre, indtil Ringen hviler paa en hel Række af Blik, der tjener til at bære Ringen, naar den for Haanden føres ud over Stempellegemet. De samme Blik benyttes under Indsætningen af Stempelringen igen.

For at faa Stempelringene til at passere med ind i Cylinderen uden at støde deres Sideflader, der sammen med Stempellegemet skal danne Tætning for Forbrændingsluften i Maskinen, lægger man ved Indsætningen en Strop af Sejlgarn omkring hver enkelt Ring, saaledes at man kan snøre dem sammen, efterhaanden som man skal have Ringen til at passere ind i Cylinderen. Denne Forholdsregel er dog ved mindre Motorer ofte unødvendig, da de er forsynede med skraa Forboringer, hvorved Indglidningen lettes.

Smøreolie.

Ordsproget: „Hvem der smører godt, kører godt", passer ikke ganske for Motorbrug, idet man snarere maa holde paa Reglen: „Smør lidt, men godt". Rent bortset fra, at en oliedrivende Motor ikke gør noget heldigt Indtryk, vil en overdreven Smøring paa enkelte Steder, saaledes i Cylinderens Indre, kun forvolde Skade, idet Olielaget paa Cylindervæggen eller paa Toppen af Stemplet bliver saa tykt, at det ikke kan køles tilstrækkeligt af de kolde Vægge i Maskinen og derfor fortjærer til Skade for Motorens Gang.

Paa den anden Side maa der selvfølgelig smøres tilstrækkeligt, og navnlig maa man anvende passende Smøremidler. Med Hensyn til den udvendige Smøring, herfra dog undtagen de Dele, der løber i 2-Takts Motorens lukkede Krumtaphus, kan anvendes Olier af sædvanlig Art, saaledes som de bruges til andre Maskiner, hvorimod man til indvendig Smøring kun maa anvende Olier, der er særlig fremstillede til dette Brug, saaledes at de har tilstrækkelig højt Flammepunkt og en ikke tjærende Forbrænding.

At undersøge Olien paa egen Haand er forbundet med ret betydelige Vanskeligheder, man maa her hellere holde sig til gode, paalidelige Firmaer og ikke tage Hensyn til, om der lejlighedsvis af omrejsende Agenter kan faas en noget billigere Olie. Det er forholdsvis nemt i Løbet af kort Tid ved Brug af daarlige Smøremidler at faa en Motor slidt

op, hvorfor Fabrikanten ofte i Garantien indsætter en Bestemmelse om, hvilken Smøreolie der skal anvendes.

Brugen af en urigtig Smøreolie viser sig ved Adskillelsen af Motoren, idet der har afsat sig tykke Lag af Oliekoks paa Stempel og den Del af Cylinderfladen, der ikke bestryges af Stemplet, medens Løbefladen for Stemplet ikke er ensformigt dækket med et Olielag, men viser store tørre, ofte stærkt slidte Pletter. Dersom Motoren er noget utæt, vil en urigtig Olie give sig til Kende ved, at Motoren ryger mere omkring Stemplet end den gør ved Brugen af gode Olier. Imidlertid bør man dog, som ovenfor nævnt, holde sig fra at eksperimentere paa egen Haand, men hellere give et Par Øre mere for sin Olie og være sikker.

Fejl ved Motorer og hvorledes de findes.

Naar man sammenligner Eksplosionsmotorer med Dampmaskiner, er det iøjnefaldende, at Dampmaskinen maa være langt mindre udsat for Driftforstyrrelse end disse. Dampmaskinen har sin Bevægkraft, Dampen, til Stede i praktisk talt ubegrænset Mængde, hvorimod Eksplosionsmotorer ingen Reserve har, men selv skal forberede sin Drivkraft for hvert Slag, det vil sige, skal for hver Gang indsuge, sammentrykke Forbrændingsluften, tænde og forbrænde en vis, ringe Mængde Brændstof. Udebliver eller forsinkes en af disse Virkninger, kan Motoren ikke arbejde. Ude-

bliver Tændingen, vil Motoren kun transportere sin Ladning fra Sugeventil til Udstødningsventil, uden at den kommer til at virke. Er Motoren utæt, vil den ikke kunne sammentrykke Ladningen saa højt, at vi faar tilstrækkelig ringe Brændstofforbrug, og under Tændingen vil en Del af Ladningen undvige, saaledes at Motoren ikke vil yde tilstrækkelig Kraft. Anderledes gaar det med Dampmaskinen, her vil en Utæthed ved Stemplet som Regel kun foraarsage et uforholdsmæssig stort Dampforbrug, men Maskinen vil ikke gaa forholdsvis saa langt ned i Ydelse.

En stor Del af de Fejl, der optræder ved Eksplosionsmotorer, kan dog forebygges ved en omhyggelig Pasning, saaledes som foran beskrevet, ligesom man ogsaa ved Køb af Motorer ved at dreje disse rundt for Haanden og mærke Modstanden samt iagttage Tidspunkterne, hvor de enkelte Afsnit i Maskinens Arbejde indtræffer, i mange Tilfælde paa Forhaand vil kunne sikre sig imod en Del Fejl ved disse. Men har man en Gang anskaffet en Motor, og denne nægter at fungere tilfredsstillende, gælder det om ved en Undersøgelse af Motoren at finde, hvori Fejlene ligger og søge at faa dem rettede. Man maa i Virkeligheden, for at kunne have med Motorer at gøre, specialisere sig noget, blive Motordoktor med Kendskab til Motorens Funktion og Motorens Fejl, ligesom en Dyrlæge maa kende til Dyrenes Bygning og deres Sygdomme. Det første, man gør, naar man staar

overfor en Motor, der ikke arbejder tilfredsstillende, er at dreje den langsomt rundt for Haanden, for at se, hvordan de enkelte Afsnit i Motorens Arbejde indtræffer og for at undersøge, hvorvidt Motoren er utæt eller ej. Er Motoren utæt, maa man undersøge, om Utætheden skyldes Ventilerne. Fejl i denne Henseende rettes som tidligere omtalt. Har man Lejlighed dertil, maa man undersøge, om Utætheden skyldes Stemplet. Naar man saaledes udtager Stemplet og ser, at Stempelringene er pletvis slidte, medens lange Strækninger paa disse er sortbrune, saaledes som Metallet i Motorens Indre bliver, naar det ikke udsættes for Slid, er det Stemplet, der er utæt. Hvis de blanke Pletter paa Stempelringen ligger paa samme Steder i Forhold til Omkredsen, er Cylinderen efter al Rimelighed urund, og er Urundheden kendelig ved Eftermaaling med Spærmaal, maa Cylinderen afdrejes. Er Cylinderen rund, vil Tætning ofte kunne opnaas ved Udveksling af Stempelringe; man maa ogsaa se efter, hvordan disse ligger og navnlig, om de passer i Stemplets Noter og ligger saaledes sikrede, at Aabningerne mellem de to Ringender ligger godt forskudte for hinanden, ved liggende Motorer paa den øverste Halvdel af Stemplet. Naar alting er i Orden, og Maskinen er tæt, vil der i de fleste Tilfælde, naar Motoren tidligere har fungeret tilfredsstillende, ikke være noget i Vejen. Er der ikke Tid til en Undersøgelse af denne Art, kan man i de fleste Tilfælde af Motorens Gang slutte sig til de

Fejl, den lider af. Vi kan indbefatte disse under enkelte Hovedafsnit.

I. *Motoren nægter at gaa i Gang.* Grunden hertil kan være forskellig.

a) Motoren mangler Luft eller Brændstof, se derfor efter, om der er lukket op for Gashane eller Petroleumsledning m. m., og undersøg, om disse ikke er forstoppede. Er der Brændstof til Stede, — se efter, om der ikke er nogle Hindringer i Luftledningen eller prøv, om der ikke er for meget Brændstof til Stede, ved at lukke delvis af for Brændstoffet ved Motorer, der arbejder med Forstøver, hvorigennem Brændstoffet trækkes ind ved Sugning i Cylinderen. Motoren skal da sættes i Gang med helt aabne Luftventiler.

b) *Motoren tænder ikke.* Grunden hertil kan være, at Glødehovedet eller Tænderøret ikke er varmt nok, eller at der i Glødehovedet sidder et Lag Oliekoks, der forhindrer Varmen i Glødehovedet i at forplante sig til dettes Inderside. Ved Gløderør kan det skyldes, at den snævre Tændkanal er forstoppet. Har Maskinen elektrisk Tænding, undersøg da, om denne er i Orden. Den nemmeste Maade at gøre dette, er at holde en Finger paa hver af de to Poler og bedømme Styrken af det Stød, man faar, naar man lader Tændingen gaa for sig ved at lade Induktorankeret svippe tilbage fra den Yderstilling, der svarer til den, hvori Maskinen selv bringer Ankeret, umiddelbart før Tændingen finder Sted. Udebliver

4

det elektriske Stød, maa man se efter, om Ledningen er knækket, eventuelt tillige om der paa Tændstykkets Inderside er Vandbeslag eller Oliekoks, der dækker over Isolationen.

II. *Motoren gaar i Gang, men bliver staaende efter enkelte Tændinger.*

a) Denne Fejl indtræffer særlig ved Motorer med elektrisk Tænding om Vinteren, naar Motoren er kold, naar den sættes i Gang. Ved Forbrændingen i Motoren udvikles der nemlig en Del Vanddampe, der kaster sig over de kolde Vægge i Maskinens Indre, hvoriblandt ogsaa Indersiden af Tændstykket, saaledes, at der opstaar et Vandlag, der danner en ledende Forbindelse for Elektriciteten uden om det Sted, hvor Gnisten skal dannes. Denne Fejl kan forholdsvis nemt rettes ved at opvarme Tændstykket, før Maskinen gaar i Gang, ved Sugegasmaskiner for Eksempel ved at lægge den ind paa Gasgeneratoren.

b) Ledsages Fejlen af Stød i Sugeledningen eller i Udblæsningsrøret, ligger Fejlen i, at Ventilerne af en eller anden Grund gaar trangt i deres Styring eller bliver hængende; man maa da smøre Indsugningsventilen eller give lidt Petroleum til Udstødningsventilen for at løsne mulige fastsiddende Oliekoks. Nogen Smøring med Olie af Udstødningsventiler maa ikke finde Sted, da de under Arbejdet bliver saa varme, at Olien bliver forkokset.

III. *Igangsætningen sker, om end med Besvær.*

Tændingen udebliver periodisk. Motoren giver for ringe Kraft.

a) Ved Motorer med Glødetænding skyldes dette ofte, at Tændingsdelene ikke er varme nok. Motoren vil da samtidig sode stærkt.

b) *Ladningen er for mager.* Der er saaledes ikke lukket tilstrækkelig op for Brændstoffet eller Gassen, særlig kan Sugegas være af daarlig Beskaffenhed. Dette undersøges ved Sugegasmaskiner med Prøvehaner, der, naar Blæseren drejes rundt, skal kunne udsende en stadig brændende, blaalig, svagt rødlig Flamme. Ofte kan man hjælpe noget herpaa ved for en kort Tid at lukke noget af for Maskinens Lufttilgang.

c) Fjederen paa Udstødningsventilen er for svag eller knækket. En Del af den gamle Ladning vil ved Udsugningen blive ført tilbage til Maskinen og saaledes fortynde den indsugede Ladning.

IV. *Motoren løber uregelmæssigt.*

a) Regulatoren er i Uorden, sædvanligvis paa Grund af manglende Smøring. Man forsøger ved under Maskinens Gang at kaste en Pøs Olie ind i Regulatoren at faa bragt den manglende Smøring tilveje.

b) Hjælper dette ikke, maa man, efter at Maskinen er stoppet, søge at udvadske Regulatoren med Petroleum, tørre den godt efter og smøre den grundig. Man maa her passe paa ved Hjælp af Smøreolie at faa bortvadsket Petroleumen, da denne senere

under Maskinens Gang vil fordampe og foraarsage, at de usmurte Dele kommer til at gnave paa hinanden.

c) Hvor Maskinen arbejder med Udsætterregulering, og Udsætningen foregaar ved Glipning, kan de Kanter, hvorover Glipningen sker, være saaledes slidte, at Maskinen kommer til at tage Udsætter eller Arbejdsslag i urette Tid. Disse Dele bør da rettes.

V. *Maskinen afgiver for lidt Kraft.*

a) Tændingspunktet ligger for tidligt; der vil da som Regel lyde dumpe Stød i Maskinen for hver Omdrejning. Ved elektrisk Tænding kan denne Fejl rettes ved at forlægge Tidspunktet for Tændingen, saaledes at Maskinen tænder senere. Hvor Maskiner arbejder med Glødetænding, kan Fejlen modvirkes noget ved Forøgelse af Rummet bag ved Stemplet under Sammentrykningen, f. Eks. ved et større Glødehoved. Hvis der paa Maskinens Stempel er anbragt den saakaldte Kompressionsplade, kan man fjerne eller formindske Tykkelsen af denne. Hvis den mellem Plejlstangen og Panderne ved Krumtapsøjlen er anbragt Mellemlæg, kan man fjerne disse.

b) Ved Maskiner, der arbejder med selvvirkende Indsugningsventil, kan Fejlen skyldes, at Fjedrene er for løse, saaledes at der tabes Ladning, idet Ventilen ikke kommer til Ro for Enden af Indsugningsslaget, men hopper i sit Sæde. Omvendt kan Indsugningsventilens Fjeder ogsaa være for stram, saaledes at Ventilen kun aabnes, naar der er et væsentligt

Undertryk i Cylinderen, hvorved der strømmer for lidt Luft ind.

c) Der er Utætheder omkring ved Stemplet, hvad der viser sig ved, at der under Maskinens normale Gang stadig undviger en Del Ladning omkring ved Stemplet. Der er Utætheder ved Ventilerne af lignende Art som ovenfor nævnt.

d) Der bruges en urigtig Smøreolie i Cylinderen, saaledes at der danner sig Tjære i Cylinderens Indre. En god Cylinderolie giver sig til Kende ved, at der, naar man efter Maskinen er standset, tager Dækslet, af, viser sig et ensformigt, temmeligt tykt Olielag langs Cylindervæggen, uden at dette er afbrudt af bare Pletter. Alt andet lige er den Cylinderolie bedst, der gør Utæthederne omkring Stemplet mindst.

e) Forstoppelse i Udstødningsrøret. Dette hænder navnlig ved Petroleumsmotorer, hvor man kan træffe Udstødningsrør, der er formindskede til $^1/_4$ af deres oprindelige Lysning, hvorved Maskinen faar Vanskelighed ved at slippe af med den gamle Ladning, saaledes at en Del af denne bliver staaende i Cylinderen til det følgende Slag. Som tidligere omtalt under Maskinens Pasning, bør Udstødningsrøret renses for hver Gang Maskinen renses. Af og til kan en Udbrænding i Essen være nødvendig.

f) De enkelte Tidspunkter i Maskinens Arbejde indtræder til urigtig Tid, idet Styrehjulene ikke indgriber rigtig. Dette vil naturligvis ogsaa vise sig

under den Undersøgelse af Motoren før Igangsætningen, vi tidligere har omtalt.

g) Forstoppelse af Sugeledningen eller daarlig Gas.

VI. *Motoren standser under Gangen.* Dette kan indtræde ved en videre Udvikling af en af de tidligere omtalte Fejl. Af særlige Forhold maa mærkes:

a) Tændingen er i Uorden. En Ledningstraad til den elektriske Tænding er knækket. Gasflammen til Gløderøret er slukket eller slaaet ned. Gasmaaleren mangler Vand, saaledes at Vandstandens Ventiler i denne lukker. I det sidste Tilfælde kan man paa egen Haand fylde Vand paa Maaleren, blot at man bærer sig ad paa samme Maade som Maalerkontrolløren.

VII. *Der lyder Stød i Maskinen under dennes Gang.* Disse Stød skyldes Fortændinger. Naar Tændingen iøvrigt staar rigtigt, er denne Fejl noget af det vanskeligste at fjerne fra Motoren. Af Grunde dertil kan anføres:

a) Der danner sig langsomt brændende Blandinger, navnlig i Kroge af Motoren, f. Eks. i Indikatorboringen, hvor Udfyldningsproppen ikke er anbragt igen, eller fra Toppen af Stemplet ved staaende Motorer, hvor Skruehullet til at anbringe Øjebolten for Stemplets Udtagelse ikke er lukket m. m.

b) Tændingen skyldes Anvendelse af urigtig Smøreolie, der bryder i Brand, og hvis Forbrænding vedvarer ind i Suge- og Sammentrykningsslaget.

c) Motoren eller Glødehovedet er blevet for varm.

I det sidste Tilfælde tilsættes ved 2-Takts Motorer Vand, i det første forøges Kølevandsmængden.

d) Motoren er uren og navnlig har der paa Toppen af Stemplet samlet sig et tykt Lag af Oliekoks, der under Maskinens Gang er kommet i Glød, og som nu fortsætter med at tænde Ladningen i urette Tid.

e) Motoren er urigtig pakket, saaledes at der ud fra Samlingen ind i Cylinderrummet rager Pakningsdele, der under Motorens Gang er blevet glødende, og som nu vedblivende tænder Ladningen i urette Tid.

Prøvning af Motorer.

Da vort Land i Forhold til sin Udstrækning har et ganske overvældende Antal Motorfabrikanter, og Forbruget af Motorer er meget stort, er Handelen med disse en meget vigtig Sag for tekniske Forretninger og for Motorfabrikkernes stedlige Repræsentanter, der som Regel samtidig er den stedlige Smed. Medens Handelsmanden mange Gange med god Samvittighed i Mangel af bedre Kendskab kan forrose en Handelsvare, altsaa i dette Tilfælde Motorer, og paa Grund af sine Talegaver, muligvis understøttet med Midler af endnu mindre Værdi, kan faa ulykkelige Forbrugere til at købe Motorer, der langtfra svarer til Hensigten og til de Løfter, der bliver givet ved Handelens Afslutning, er en samvittighedsfuld Haandværker paa mange Maader daarligere stillet, idet han ikke uden at omgaas paa letfærdig

Maade med Sandheden og med sit eget Ry som Maskinmand kan tage Kampen op imod Handelsmanden, for hvem enhver Ros af Varene i mange Tilfælde paa Grund af Uforstand er tilgivelig. Det vil derfor være til Held for danske Motorfabrikanter, om man en Gang for alle kunde blive enige om ikke at sælge Motorer, uden at der forelaa paalidelige Prøver med disse eller med Fabrikatet. Som en Slags Retledning i denne Henseende kan vi hidsætte følgende Regler, der i temmelig uforandret Stand har være benyttet under Fagskolens Motorprøver i Foraaret. Det gælder om gennem Prøverne at faa saa godt et Indblik i Driftsikkerhed, Olieforbrug m. m. som muligt under forskellige Belastninger. Hvorledes dette er opnaaet vil kunne ses af Reglerne.

Regler for Undersøgelse af Motorer.

Motoren maa anmeldes til Prøve og Anmeldelsen maa være ledsaget af Fabrikantens egen Angivelse af Motorens Pris, Art, Arbejdsmaade, Hovedmaal, Vægt, Hestkraft og Omdrejningstal samt af det Brændsel, Fabrikanten ønsker, at Motoren skal prøves med.

Motoren leveres forsynet med en fastkilet Bøsning med Diameter 120 mm, Længde 240 mm til Fastspænding af en Bremseskive.

Der foretages først en Adskillelse af Motoren for at bedømme dennes Tilstand indvendig. Undersøgelsen af dens Konstruktion og Udførelse, dels udvendig, dels indvendig; Adskillelse af Motorens arbejdende Dele samt Eftermaaling af Slaglængde og Cylinderdiameter foretages dels under, dels efter at Motoren er prøvet. Ved

Adskillelsen iagttages tillige den større eller mindre Lethed, hvormed denne gaar for sig.

Derefter foretages en Prøve af Motoren i Drift under samtidig Bestemmelse af Brændselsforbruget, herunder:

2 Timers Prøve ved den angivne eff. Hestkraftydelse

2 — — - $^2/_3$ × — - —

2 — — - $^1/_3$ × — - —

Arbejdet under disse Prøver maales ved Hjælp af en Bremsemaaler, der anbringes paa den Bøsning, hvormed Motoren skal være forsynet ved Indsendelsen. Brændselsforbruget fastsættes ved Vejning. Desuden foretages der Maalinger af Smøreolieforbruget til udvendig og indvendig Smøring. Til Prøverne vil der blive benyttet Petroleum af Kvaliteten „Standard white" og Motorbenzin fra Firmaet „Det danske Petroleumsaktieselskab"; og Solarolie og Smøreolie fra Firmaet „L. C. Glad & Co.", med mindre Fabrikanten eller Forhandleren ønsker et andet Brændsel eller en anden Smøreolie anvendt, hvilken da opgives i Beskrivelsen.

Endelig prøves Motoren i c. 20 Minutter ved Tomgang og i 20 Minutter ved indtil 20 pCt. Overbelastning over den af Fabrikanten angivne Hestkraftydelse. Efter Prøven vil Motoren blive adskilt og undersøgt for at iagttage, hvor meget Motoren har sodet, i givet Tilfælde ogsaa, hvor meget den har forandret sig under Prøven.

Ved Prøverne iagttages Motorens Forhold under Drift, dens Omdrejningstal ved forskellige Belastninger, dens Rolighed under Gang, den Lethed, hvormed den sættes i Gang fra kold og varm Tilstand m. m.

Kraftoverføring.

Kraften overføres fra Motoren til Arbejdsmaskinen gennem Kraftoverføringsmidler, bestaaende af Aksler, Lejer, Remskiver, Remme og Koblinger.

Akslerne købes nu om Stunder som Regel under Betegnelsen komprimerede, det vil sige haardt valsede, men er dog i mange Tilfælde afdrejede og afslebne, uden at der er foretaget nogen kold Valsning. Akslerne er ofte ikke ganske lige, men maa rettes efter Oplægningen. Hertil benytter man Rettebøjler, der bestaar af U-formige Bøjler, hvis 2 Ender er ombøjede saaledes, at de danner stærke Kløer, medens der i Midten af Bøjlen er anbragt en svær Skrue. Naar Akslerne er oplagte og ligger rigtigt, maa de let kunne saavel drejes rundt som forskydes frem og tilbage i Længderetningen uden at yde nogen væsentlig Modstand.

Imod Anvendelsen af egentlige, komprimerede Aksler, der ellers byder mange Fordele, har man anført, at de har Tilbøjelighed til at kaste sig. Dette hidrører særlig fra Anbringelsen af Kiler, idet man ved Fremstillingen af Kilegange bryder den haardt fortættede Overflade af Akslerne. Dette kan dog undgaas ved at anvende Kiler, der ikke kræver Kilegange, f. Eks. Kiler, der indvendig er rundede med en Diameter noget mindre end Akslen, og som er indsat og hærdede. Ved Inddrivning af Kiler af denne Art vil Hjørnerne af Kilerne komme til at danne fremstaaende Kanter, der under Inddrivningen trykker sig lidt ned i Akslen uden dog at saare den saa meget, at den kaster sig.

Akslerne sikres i Længderetningen ved to Stopringe, der er afdrejede Smedejærnsringe, forsynede

med een eller flere Skruer med en kegleformig eller kraterformig indsat og hærdet Spids, der skrues ind i Akslen. Ved Anbringelsen af Stopringene maa man altid sørge for at have disse siddende saa tæt som muligt ved hinanden, bedst paa begge Sider af samme Leje, helst et, der ikke er haardt belastet, da Stopringene ellers vil komme til at klemme, naar Akslerne udvider sig eller trækker sig sammen under Indvirkning af Temperatursvingningerne.

Akslerne lader man som Regel løbe saa hurtigt som muligt, bedst saaledes, at deres Omdrejningstal i Størrelse ligger mellem Motorens og Arbejdsmaskinens. Man maa dog her ogsaa tage Hensyn til, at de anvendte Remskiver ikke bliver upraktisk store eller smaa af Hensyn til deres Anbringelse og Gennemtræksevne. Akslerne vil paa denne Maade komme til at løbe forholdsvis hurtigt i rene Smedeværksteder, hvor de trækker hurtigløbende Blæsere, Slibemaskiner, Hamre m. m., forholdsvis langsomt i Maskinværksteder, hvor de skal trække Drejebænke, svære Boremaskiner m. m.

Med Hensyn til Størrelsen af Aksler kan anføres følgende Tabel, der angiver Akseldiameteren for Omdrejninger løbende mellem 100 og 400 til Overføring mellem 4 og 16 HK (se S. 188).

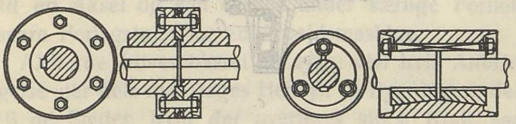
Akslerne kan som Regel kun faas i begrænsede Længder, og hvor disse overskrides, maa man ved passende *Koblinger* forbinde nye Aksellængder. — Sædvanligvis benyttes Flangekoblinger (Fig. *a* S. 189)

HK	Omdrejningstal pr. Minut											
	100	120	140	160	180	200	225	250	275	300	350	400
1	40	40	35	35	35	35	35	35	30	30	30	30
2	50	45	45	40	40	40	40	40	35	35	35	35
3	50	50	50	45	45	45	45	40	40	40	40	40
4	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45	40	40
5	60	55	55	55	50	50	50	50	45	45	45	45
6	60	60	55	55	55	50	50	50	50	50	45	45
8	65	65	60	60	55	55	55	55	50	50	50	50
10	70	65	65	60	60	60	55	55	55	55	50	50
12	75	70	65	65	65	60	60	60	55	55	55	50
14	75	75	70	70	65	65	60	60	60	60	55	55
15	75	75	70	70	65	65	65	60	60	60	55	55
16	80	75	70	70	70	65	65	65	60	60	60	55

bedst af smedeligt Jærn, der anbringes paa de 2 Akselender og forbindes med Bolte; det gælder om, at Flangerne sidder saa stramt paa Akselenderne som muligt, hvilket bedst sker, naar de er paapressede eller paakrympede, desuden bør Flangerne helst afdrejes paa de Flader, der kommer til at støde mod hinanden, efter at Flangerne er anbragte paa Akslerne, ligesom ogsaa Flangerne maa være forsynede med Inddrejninger, hvorved deres gensidige Stilling

er sikret paa en saadan Maade, at Akslerne ikke trækkes skæve ved Tiltrækning af Boltene. For en Sikkerheds Skyld anbringes Kiler mellem Aksel og Kobling. Ved Anbringelsen af Koblinger er det heldigt at sørge for, at disse kommer til at løbe saa tæt op til Lejer som muligt, da en Kobling altid betyder et svagt Sted.

I Stedet for at anvende Flangekoblinger anvender man ogsaa af og til *Sellerske Koblinger* (se Fig. *b*), der bestaar af et udvendigt Hylster, indvendig forsynet med en dobbelt kegleformig Udboring. I denne

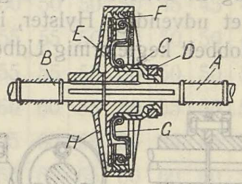


a. *b.*

passer opslidsede Ringe, hvis indvendige Boringer igen passer til Akslerne. Ved at spænde de to Ringe sammen med Bolte vil de komme til at spænde dels omkring Akslen, dels omkring Hylstret, og Kraftoverføringen vil ske fra den ene Aksel til den paasiddende Ring og fra denne til Hylsteret, hvorfra Kraften igen overføres til den anden Ring og fra denne til Akslen. Idet Hylsteret og Ringene er nøjagtigt afdrejede, vil de, samtidig med at de spændes sammen, trække Akselenderne rigtig i Forhold til hin-

anden. Kraftoverførelsen sikres yderligere ved mellem Ringen og Akslen at anbringe Kiler.

Dersom man ønsker at indrykke og udrykke en Aksel, medens Maskinen gaar, anvender man *Friktionskoblinger*, af hvilke der findes en Mængde i Handelen. Som Kendetegn paa en god Friktionskobling kan anføres: Indrykningen og Udrykningen maa ske uden Anvendelse af for stor Kraft, og naar



c.

Koblingen er indrykket, maa den kunne holde sig i indrykket Stand, uden at der igennem Udrykkerstangen udøves nogen Kraft i Akslens Retning, hvad der vilde medføre Slid og Arbejdstab. Naar Friktionskoblingen er udrykket, maa de 2 Dele af Koblingen være godt fri af hinanden, saaledes at de ikke gnider paa hinanden, selv med ringe Kraft, da der derved ogsaa vilde opstaa Gnidning, Slid og Arbejdstab.

Som Eksempel paa en Friktionskobling kan anføres Dohmen le Blanc's, der er vist i Fig. *c*. Koblingen bestaar af 2 Dele, af hvilke den ene er an-

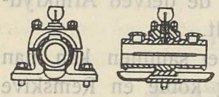
bragt paa en Akselende *A*, der skal sættes i Gang, den anden paa en Akselende *B*, der sidder paa den drivende Aksel. Indrykningen sker ved, at Hylsteret *C* ved Hjælp af en Udrykker, der virker paa Ringen *D*, føres ind mod Armkorset *E*. Herved føres Glideklodserne *F* ved Hjælp af de S-formige, stive Fjedre *G* ud imod den indvendige Side af Ringen paa Koblingsdelen *H*. Idet Glideklodserne er styret i Udfræsninger i Armkrydset, tager de derved Armkrydset og Akslen *A* med sig rundt.

I Stedet for at koble 2 Aksler sammen kan man ogsaa med en Friktionskobling koble en Remskive til en Aksel og kan derved under særlige Forhold spare Forlagstøjet for en Arbejdsmaskine.

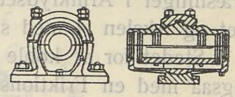
Akslerne bliver baaret *i Lejer*, ved hvis Anbringelse der dels maa tages Hensyn til Bygningen, dels til de Steder, hvor der overføres størst Kraft, saaledes ved Hovedremskiven, der saa vidt muligt anbringes mellem 2 Lejer, — i hvert Fald saaledes, at der ogsaa umiddelbart udenfor Remskiven paa Akslen anbringes et Leje. — Iøvrigt fordeles Lejerne, hvor der ikke gør sig særlige Hensyn gældende, med passende Mellemrum; man kan saaledes regne som passende Lejeafstand 1,2 Meter + 20 Gange Akseldiameter.

Lejerne kan være noget forskellige i Udførelse. I ældre Tider anvendte man *sellerske Støbejærnslejer* (se Fig. *d* S. 192). Længden af disse var 4 à 5 Gange Akseldiameteren, og Lejerne var ophængte i Kugle-

skaale, saaledes at de kunde indstille sig efter Akslens, indenfor visse Grænser tilfældige Retninger, paa det paagældende Sted. Sellerske Lejer er dog nu saa godt som forladte, idet man benytter Ringsmørelejer (se Fig. *e*), hvis underste Lejeskaal er udformet til en Olieskaal, hvorfra 2 Ringe, der hænger over Akslen, øser Olie op til Toppen af denne. Det gælder om, at der er rigelig Rum for Ringene til at



d.



e.

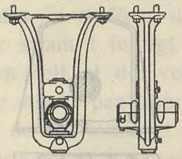
bevæge sig, og at de er ganske runde og fri for skarpe Kanter eller Drejegrader, da de ellers let vil komme til at hænge fast. Man maa her huske paa, at Ringene under Bevægelsen hænger noget skraat i Forhold til Akslen.

I Stedet for at anvende Ringe, anvender man ofte Kæder, der har den Fordel, at de lettere tager Olien med sig op. Ofte anføres, at Kæder ikke tager saa stort Rum op; imidlertid maa man dog huske paa, at Kæden, naar den løber, vil stille sig nogenlunde som Ringen paa Grund af Centrifugalkraften paa Kædens enkelte Led, hvorfor Bredden af Lejet ikke kan gøres synderlig mindre.

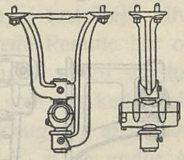
Ringsmørelejerne er saa godt som altid udforede med Hvidtmetal, hvad der har den Fordel, at Aks-

lerne før trykker sig til Lejet, der saaledes forholdsvis hurtigt kommer til at bære over hele sin Flade. Man maa sørge for, at Materialet fjærnes noget, umiddelbart paa det Sted, hvor Panderne mødes, da de ellers let klemmer paa dette Punkt af Akslen.

Hvor man anvender Ringsmørelejer, er det uheldigt at anvende Stopringe som ovenfor beskrevet, da disse har Tilbøjelighed til at slynge Olien ud af Lejet. I Stedet for anvender man Ringe, der ind-



f.



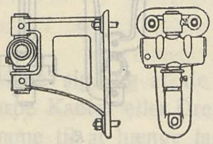
g.

krympes i 2 svagt inddrejede Riller paa begge Sider af Løbefladen i Lejet, hvorved Olien vil kastes af indenfor dettes Olieskærme.

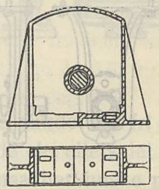
I den nyeste Tid begynder man med Fordel at anvende *Kuglelejer* til Transmissionslejer, idet disse selv bruger mindre Arbejde under Gangen end de øvrige, og navnlig, naar Akslen løber tom. Dertil kommer, at Pasningen af Kuglelejer, naar de een Gang er rigtigt anbragte, er langt lettere end af nogen af de andre Lejer. Kuglelejerne er dog betydelig dyrere i Anskaffelse.

Lejerne anbringes i Bukke, sædvanligvis *Hænge-*

bukke, der enten kan være lukkede som vist i Fig. *f* eller aabne som Fig. *g*. De sidste er de mindst stærke, men betydelig nemmere at benytte, idet Akslen kan lægges ind fra Siden. Til Anbringelse paa Væg anvendes *Knægte,* (se Fig. *h*). Hvor der er Tale om Murgennemgange, og der samtidig skal anbringes Lejer, anvendes *Murkasser* som vist i Fig. *i*. Fastskruningen af Hængebukke sker som Regel i Loftbjælkerne, hvorfor man maa sørge for at lægge Akselledningen vinkelret paa disse og som Leje-



h.



i.

afstand at vælge Afstanden mellem Bjælker; Opskruningen finder da Sted med Bræddebolte. Knægte anbringes op imod Mure ved Hjælp af indstøbte eller gennemgaaende Bolte, der paa Murens modsatte Side er forsynede med *Murplader;* Knægtene bør paa den Side, der vender op imod Muren være forsynede med Fremspring, hvorved de sikres i lodret Retning.

Til Overførelsen af Kraft fra Maskine til Hovedaksel eller fra denne til Arbejdsmaskinen benyttes Remme. Af de forskellige Sorter Remme, maa al

Læderremme den Dag i Dag anses for at være de bedste. I Stedet for Læderremme anvender man dog ogsaa Remme af Lærred, Bomuld, Kamelhaar m. m., uimprægnerede eller imprægnerede med Gummi eller lignende Stoffer for at beskytte dem mod Fugtighed.

Ved alle disse Remme gør der sig dog uheldige Egenskaber gældende. Er Remmene saaledes uimprægnerede, har de Tilbøjelighed til at forandre deres Længde med vekslende Fugtighedsforhold saaledes, at en Rem, der er for slap i tørt Vejr, bliver for stram i fugtigt. Imprægnerede Remme har ofte den Fejl, at der ved Fremstillingen enten er stolet for stærkt paa Imprægneringen som Styrkedel, eller at de har forkortet sig under Indsugning af Imprægneringsmassen, hvad der bevirker, at de under Anvendelsen faar Tilbøjelighed til at strække sig uforholdsmæssig stærkt.

Alle Remme med Undtagelse af Læderremme haden Mangel, at de hurtigt ødelægges ved at flyttes over fra løs til fast Remskive og tilbage igen, idet Remflytteren river Remmens Kanter op. Dette spiller baade Rolle ved alle Arbejdsmaskiner og ved Hovedtrækket, hvor man har med Forbrændingsmotorer at gøre, da denne skal have løs og fast Remskive, for at man skal kunne dreje Motoren i Gang.

Læderremme samles som Regel med særlige Remsamlere, af hvilke navnlig *Harris og Bristolremsamlerne* maa nævnes. De første bestaar af blødstøbte,

5*

rundagtige Skjolde, hvis hule Sider er besat med fremstaaende Kamme, der ved Remmens Samling slaas ned i de to Remender. Harrisremsamlerne giver en god, men noget stiv og tung Forbindelse og egner sig paa Grund af deres Vægt daarligt til hurtigt løbende Remme paa smaa Remskiver. Til dette Brug er Bristolremsamlerne bedre. Disse bestaar af et udstanset, skarpt zigzagformigt Stykke Jærnblik, hvis Hjørner er ombøjede saaledes, at de kan slaas ned i Remmene og vegnes om paa Remmens Bagside. Til meget hurtigt løbende Remme anvendes Remhægter, der som Regel er af Messingplade af Udseende som et fladt H, hvis to Arme stikkes ned i aflange Revner, der er udskaaret i Remmene, parallele med disses sammenstødende Kanter.

Til større Remme benyttes Forskruninger, saakaldte Remlaase, der dog maa være saaledes indrettede, at de ikke har nogen fremstaaende Dele, der kan foraarsage Ulykker.

Ved Samlingen af Remme gælder det om, at de to Remender skæres nøjagtigt af i Vinkel paa Remmens Kant, da Remmen ellers trækkes skævt af Forbindelsen og kommer til at løbe uroligt paa Skiverne. Naar Remmene er udsatte for Olie, bør de fra Tid til anden renses, hvad der sker ved Afvadskning med lunkent Sæbevand, hvorpaa de indgnides med en Blanding af Tran og Talg. Naar en Rem ikke vil trække, kan man fugte den med en lig-

nende Blanding. Remmen vil da til at begynde med glide, men derpaa forkorte sig, efterhaanden som Remmen mætter sig med Blandingen. Brugen af Harpiks eller harpiksholdig Remsmørelse vil i Længden ødelægge Remmen.

Remme har den Fejl, at de kun er i Stand til at overføre forholdsvis smaa Kræfter. For at forhindre dette kan man anvende dobbelte Remme, der dog kun er i Stand til at overføre ca. $1^1/_2$ Gang saa megen Kraft som en enkelt Rem, og som paa Grund af deres Stivhed vanskeligt kan løbe over smaa Skiver. I det sidste Tilfælde kan man dog i Stedet for en dobbelt Rem tit hjælpe sig med to enkelte, der lægges ovenpaa hinanden.

De *Remskiver,* man nu om Stunder anvender, bør for alle Arbejdsmaskiners Vedkommende være delte, for at de let kan flyttes og anbringes, uden at man behøver at tage hele Akselledningen ned. De bedste Remskiver er

Støbejærnsskiver, der dog imidlertid er dyrere og forholdsvis tunge, hvorfor de paa mange Steder erstattes af de langt billigere Træremskiver. Af disse gaar der en hel Række i Handelen, saaledes at man indenfor visse Grænser straks kan faa Skiver efter opgiven Diameter, Rembredde og Akselboring.

Træremskiver har den Fordel, at de kan fastspændes paa Aksler uden Anvendelse af Kiler, idet Remskiven er forsynet med løse Bøsninger, pas-

sende til Akslerne, saaledes at disse spændes fast omkring Akslen samtidig med, at Remskiven anbringes. For at undgaa en Glidning mellem Skive og Aksel kan man, hvor det drejer sig om at overføre særlig haardt Træk mellem Akslen og Bøsningen, anbringe et Stykke Smergelpapir med Slibesiden ind imod Akslen.

Ved Købet af Træremskiver maa man se efter, at disse er rigtigt konstruerede, saaledes at navnlig Armene ikke gaar igennem Hjulkransen, da Ringen altid vil trække sig noget sammen i Tidens Løb, hvorved Armene vil komme til at staa frem og virke ødelæggende paa Remmen. Træremskiver har den Fordel, at de giver stor Gnidning mellem Rem og Skive, saaledes at Remmen ikke har Tilbøjelighed til at glide, men har den Mangel, at de under fugtige Forhold er tilbøjelige til at skille sig ad i Limningerne. Der har derfor i de senere Aar været en Bestræbelse for at gaa over til

Pladejærnsremskiver, der i Pris ligger imellem Støbejærnsremskiver og Træremskiver. Pladejærnsremskiver har ligesom Træremskiver den Fordel, at de er lettere end disse, men mangler ofte tilstrækkelig Stivhed, saaledes at de, selv om de til at begynde med løber lige paa en Aksel, i Tidens Løb let kommer til at kaste, hvorved Remmen taber i Overføringsevne, og Akslerne kommer i Svingninger, hvad der gennem Lejerne og Forlagstøjerne

forplanter sig som Rystelser gennem Mure og Etageadskillelser.

Den Kraft, der kan overføres gennem Remme afhænger af Remskivens Diameter, Rembredde og Antal Omdrejninger pr. Minut, hvad der vil fremgaa af Tabellen, der viser Kraften for 1 cm Rembredde.

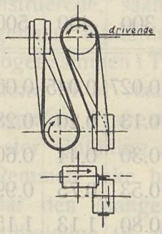
Diameter i mm	Omdrejninger pr. Minut							
	100	200	300	400	500	600	700	800
100	0.003	0.014	0.027	0.045	0.065	0.085	0.10	0.13
200	0.017	0.064	0.13	0.20	0.28	0.37	0.45	0.53
300	0.054	0.17	0.30	0.44	0.60	0.74	0.90	1.07
400	0.11	0.32	0.53	0.75	0.99	1.25	1.55	1.86
500	0.20	0.49	0.80	1.13	1.15	1.91	2.35	2.85
600	0.30	0.69	1.12	1.59	2.13	2.72	3.33	3.96

Ved Anbringelsen af Remskiver gælder det om, saa vidt muligt, at anvende lige Remme, da Levedygtigheden af Remme betydeligt formindskes, naar de krydses, idet de 2 Remparter slider paa hinanden, hvor de mødes mellem Skiverne. Endnu mindre Levedygtighed har halvkrydsede Remme, idet disse sædvanligvis kun trækker med deres halve Bredde. Man bør ved lige Remme altid sørge for, at den underste Part bliver den trækkende, da Rem-

men af sig selv vil omfatte Skiven desto mere, jo større Belastningen i Remmen er, det vil sige, jo mere den slappe Part hænger igennem.

Remskiver sikres paa Akslen med Kiler, der som Regel vælges saaledes, at Bredden bliver = $^1/_4 \times$ Akslens Tværmaal, Tykkelsen = Bredden.

Medens Anbringelsen af Remskiver til lige og helkrydsede Træk ikke volder Vanskeligheder, og nemt



k.

kan eftermaales ved blot at holde et Stykke Sejlgarn stramt hen langs de 2 Skivers Sider, kræver Anbringelsen af halvkrydsede Træk flere Hensyn. Sædvanligvis anbringer man dem saaledes, at Midten af den ene afløbende Part kan løbe lige paa Midten af den anden Skive og omvendt, saaledes som vist paa Fig. *k*. Man maa dog altid tage Hensyn til, at Skiverne kan flyttes noget fra hinanden, saaledes som vist, da den afløbende Part af Remmen selv under disse Forhold ikke netop vil løbe som

ovenfor omtalt. Remskiverne til halvkrydsede Træk maa være indtil en halv Gang bredere end Remmen, da Remmen vil løbe noget forskelligt, eftersom Trækket i Remmen bliver større eller mindre. Det følger af sig selv, at halvkrydsede Træk kun kan virke den ene Vej, og at Remmen vil springe af, saa snart Omdrejningsretningen forandrer sig. Remmen egner sig heller ikke til Overføring af store Arbejdsmængder og forbruger selv forholdsvis stor Kraft, da der uafbrudt foregaar en Gnidning mellem Skive og Rem, der hvor Remmen forlader Skiverne.

Afstanden mellem to Remskiver, der skal løbe sammen, er som Regel en Skønsag, og man kan i de fleste Tilfælde ikke anvende saa store Akselafstande, der teoretisk set kræves. Man kan gaa ud fra, at Afstanden maa vokse med Diameteren af den største Skive og maa forøges noget, dersom den største Skive er den trækkende. Som Udgangspunkt for den mindste Afstand mellem Akslerne kan man regne:

$5 \times$ største Skivediameter $+ 3 \times$ Forskellen mellem største og mindste Skive, dersom den største er den trækkende, $\div 3 \times$ den samme Forskel, dersom den mindste er den trækkende. Ved helkrydsede Remme kan man dog ofte vælge noget mindre Afstande.

Remskivernes Tværmaal beregnes iøvrigt, idet man gaar ud fra, at Remmen løber med samme Hastighed over samhørende Skiver. Man faar da til Bestemmelse af en Remskive, der skal løbe med et

kendt Antal Omdrejninger og arbejde sammen med en anden Remskive, hvis Tværmaal og Omdrejningstal er kendte, følgende Ligning:

$$\text{Tværmaal af søgte Remskive} = \frac{\text{Tværmaal af kendte Remskive} \times \text{dennes Omdrejninger}}{\text{søgte Remskives Omdrejninger.}}$$

Dersom man i Forvejen har 2 Remskiver, der skal arbejde sammen og søger at finde den enes Omdrejningsantal, naar den andens er kendt, faar vi Ligningen:

$$\text{Søgte Omdrejningstal} = \frac{\text{Tværmaal af anden Remskive} \times \text{dennes Omdrejninger}}{\text{Tværmaal af første Remskive.}}$$

Man maa dog altid gøre Regning med, at Remmen glider noget paa Skiven. Under gode Forhold med passende stram Rem vil Remslippet dog ikke være over $1^1/_2\,\%$, hvad man maa regne med, dersom man ønsker et bestemt Antal Omdrejninger.

Det gælder om, at alle Kraftoverføringsanlæg fra Tid til anden undersøges og navnlig, naar de er anbragt under Loft, fra Tid til anden linies af paany, da Lejerne kan have givet sig paa Grund af en ændret Belastning af Etagen oven over, eller at Grunden har sat sig, eller at Træet har kastet sig. En Aksel, der løber ude af Linie, vil medføre et stort Arbejdstab og unødvendigt Slid og maa derfor bringes til at løbe lige igen, naar Lejlighed gives.

DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK
m 00701669 7
300002281851

TEKNISK BIBLIOTEK

E. Thaulow

Forbrændingsmotorer

1913.

TB Gl.
621.43 Tha
(i konvolut)

FORBRÆNDINGS-MOTORER

VED

E. THAULOW
Maskiningeniør, Docent ved Polyteknisk Læreanstalt.

TEKNISK BIBLIOTEK

UDGIVET AF
FAGSKOLEN FOR HAANDVÆRKERE
· OG MINDRE INDUSTRIDRIVENDE ·
(TEKNOLOGISK INSTITUT)
MCMXIII

Forbrændingsmotorer.

Ved *E. Thaulow*,
Maskiningeniør, Docent ved Polyteknisk Læreanstalt.

Førend vi fortæller om Motorerne i Enkeltheder, vil det være rigtigt at give en ganske kort Oversigt over de almindeligste tekniske Udtryk, hvorved man betegner Motorens Størrelse, og som man benytter, naar man skal prøve Motoren, for at undersøge om den virkelig kan yde den lovede Hestekraft.

Det første Begreb, vi her træffer paa, er Kraft. Ved Kraft forstaar man noget, der er i Stand til at overvinde en Modstand, saaledes at løfte en Byrde, at trække en Vogn op ad en Bakke og at dreje en Motor rundt ved at tage i dens Svinghjul. Kraften maales i Kilogram, idet man i de enkelte Tilfælde tænker sig Kraften erstattet ved Træk i en Snor, belastet med passende Lodder, og som over en Tridse er bragt til at virke i samme Retning som den virkende Kraft. Vægten af de anbragte Lodder kommer da til at svare til Størrelsen af denne Kraft.

Naar man har overvundet en Modstand en vis Vejlængde, siger man, at man har udført et Arbejde,

og da dette øjensynligt vokser baade med den anvendte Kraft og den Vej, der er tilbagelagt, maaler man Arbejdet ved at multiplicere Kraften, maalt i Kilogram med Vejen, maalt i Meter; det udkomne kalder man da Kilogrammeter. Naar en Mand, en Hest eller en Motor er i Stand til Minut efter Minut at udvikle Arbejde, siger man, at den paagældende er i Besiddelse af en vis Arbejdsevne, som man maaler i det Arbejde, som f. Eks. en Motor under uafbrudt Arbejde er i Stand til at yde i hvert Minut.

Den sædvanlige Betegnelse for en Motors Arbejdsevne er imidlertid ikke Antallet af Kilogrammeter i Minuttet, men derimod Hestekraft. I Kraftmaskinernes Hjemland, England, har man én Gang for alle maalt, hvor meget en middelstærk, engelsk Hest var i Stand til at udrette ved uafbrudt Arbejde en Dag igennem og bruger dette som Maal.

Man har fundet, at Hesten var i Stand til at yde omtrent 4500 Kilogrammeter i Minuttet, og hver Gang en Maskine er i Stand til at yde lige saa meget, siger man, at Maskinen udfører et Arbejde paa 1 HK.

Vi kan ved Hjælp af dette paa simpel Maade maale en Maskines Arbejdsevne. Har vi saaledes over Maskinens Svinghjul anbragt et Tov eller en Gjord, se Fig. *1*, vil Maskinen søge at rive den med sig ved Gnidningen mellem Gjord og Svinghjul, men vi kan ved paa Krogen *A* at anbringe passende Vægt forhindre, at Gjorden trækkes med under Maskinens Gang. Ved paa Krogen *B* at hænge andre Lodder eller at anbringe en Fjedervægt, vil

Kraften, hvormed Svinghjulet tager Gjorden med sig, forøges, og man kan nu paa Krogen *A* anbringe endnu flere Lodder. Naar man paa denne Maade ved at forøge Belastningen paa de to Kroge har faaet

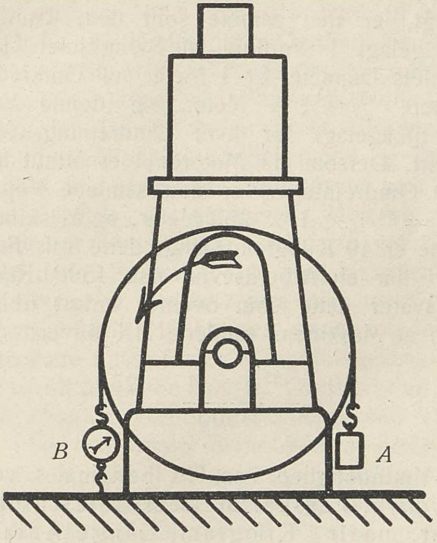


Fig. 1.

Gnidningen mellem Gjord og Svinghjul saa stor, at Motorens Omdrejninger begynder at gaa kendeligt ned, er man naaet til den største Ydelse, Maskinen er i Stand til at afgive, og man kan nu let regne sig til den afbremsede HK.

Er de Lodder, der hænger i Krogen *A*, saaledes = 50 Kilogram, og viser Vægten i Krogen *B* 10 Kilogram, vil Gnidningen mellem Gjord og Svinghjul svare til 50—10 = 40 Kilogram, dette bliver derfor den Kraft, der skal overvindes. Den Vej, Kraften har tilbagelagt, er den samme som den, Gnidningen har tilbagelagt i Forhold til Svinghjulet. Dersom Svinghjulets Diameter er 1 Meter, vil Omkredsen af dette være $^{22}/_{7} \times 1$ Meter, og denne Vej har Kraften tilbagelagt for hver Omdrejning, Motoren har udført. Dersom nu Motoren i et Minut har udført 250 Omdrejninger, er den samlede Vej, maalt i Meter, = $^{22}/_{7} \times 1 \times 250$ Meter, og Maskinens Arbejdsevne er 40 Kilogram Gange dette Tal. For hver Gang, vi har en Arbejdsevne paa 4500 Kilogrammeter, svarer dette som ovenfor anført til 1 HK, saaledes, at Maskinens samlede HK bliver:

$$\frac{40 \times {}^{22}/_{7} \times 1 \times 250}{4500}$$

I al Almindelighed kan HK bestemmes ved følgende Udtryk: Forskel mellem Belastning i de 2 Parter, maalt i Kilogram, Gange Antal Omdrejninger i Minuttet, Gange $^{22}/_{7}$, Gange Diameteren af Svinghjul, maalt i Meter, det hele divideret med 4500.

Bremseforsøget udføres bedst saaledes, som det her er beskrevet ved at anbringe en Fjedervægt i Stedet for det ene Sæt Lodder, da Maskinen ellers paa Grund af Forandringer af Gnidningsforholdet mellem Skive

og Gjord snart vil rive Gjorden med sig den ene Vej, saaledes, at Lodderne til den anden Side kommer til at staa paa Jorden, snart ikke er i Stand til at tage Gjorden med sig, hvorved de andre Lodder vil komme til at staa paa Jorden. I begge Tilfælde vil man ikke være i Stand til at kunne afgøre, hvor stor Kraften er i Gjorden, og er derfor heller ikke i Stand til at bruge den til nogen Kraftmaaling. Det hjælper paa Forsøgets Udførelse, dersom man fra Tid til anden giver Gjorden et Par Draaber af en Blanding af Maskinolie og Petroleum.

Forsøget maa kun vare forholdsvis kort Tid, da hele det Arbejde, der afgives fra Motoren, medgaar til at opvarme Svinghjulet. Man gør vel i fra Tid til anden under Prøven at føle med Haanden ind paa Svinghjulskransen, der ikke maa være mere end godt haandvarm. Hvis Hjulkransen opvarmes for stærkt, kan man være udsat for en Svinghjulssprængning, der kan have vidtrækkende Følger. Ofte giver en Sprængning sig dog til Kende i Forvejen ved et skarpt Knald, idet den første Svinghjulsarm trækkes over. Man maa da øjeblikkelig stoppe Maskinen ved at lukke for Brændslet, og fjerne sig selv og de Personer, der staar i Maskinens Nærhed, og navnlig ikke lade nogen staa i Retning af Svinghjulet, da løsrevne Stykker af dette vil svinges ud i Svinghjulets Plan.

Motorernes Arbejdsmaade.

Forbrændingsmotorer omfatter en Række af Kraftmaskiner, som udvikler Arbejde af Varme, der dannes ved en Forbrænding i selve Maskinen. Virkningen beror paa, at en Blanding af Luft og Brændstof, der er indespærret i Motorens Forbrændingsrum — Rummet mellem Cylinderens Bund og Motorens Stempel, naar dette er i sin inderste Stilling, — pludselig antændes og forbrænder, hvorved den dannede Røgluft opvarmes meget stærkt. Da denne er indespærret og ikke frit kan udvide sig, stiger Trykket meget stærkt og driver Stemplet udefter.

For at der ikke skal gaa Brændstof til Spilde, maa Forbrændingen være saa fuldstændig som mulig, og samtidig maa den foregaa i meget ringe Tid, en Brøkdel af den Tid, der medgaar til Udførelsen af et enkelt Stempelslag, for at Trykket kan komme til at virke i rette Tid. Dette nødvendiggør Anvendelsen af et luft-, damp- eller støvformigt Brændsel, der i Tændingsøjeblikket kan være ensformigt blandet med Forbrændingsluften. I en god Forbrændingsmotor foregaar Forbrændingen da ogsaa saa pludseligt, at den udenfor Cylinderen vilde have haft Karakter af en Eksplosion. Motorerne benævnes derfor ofte Eksplosionsmotorer, selv om Forbrændingen naturligvis er ganske regelbunden og ganske savner de ødelæggende Virkninger, man i Regelen forbinder ved Begrebet Eksplosion.

Efter at Tændingen er sket og Forbrændingen foregaaet, benyttes det udviklede Tryk som anført

til at bevæge Stemplet udefter. Samtidig aftager naturligvis den indespærrede Lufts Tryk, og naar dette er faldet saa meget, at Motoren ikke længere kan nyttiggøre det udviklede Arbejde, lader man Røgluften strømme bort. Jo større Tryk, man opnaar ved Forbrændingen af en vis Mængde Brændsel, des mere Arbejde kan Luften afgive under den paafølgende Udvidelse, og des mindre Brændsel bruger Motoren til at udføre et vist Arbejde. Sammentrykkes den brændbare Luftblanding, før Tændingen sker, vil Trykket under Forbrændingen vokse i samme Forhold som Sammentrykningen.

Man vinder herved tillige, at Rumfanget af Luften bliver mindre, saaledes at de enkelte Brændselsdele har lettere ved at komme i Forbindelse med Forbrændingsluften. Desuden vil selve Tændingen, der bruger en vis Tid til at forplante sig, faa kortere Vej at tilbagelægge, før hele Blandingen er antændt. Forbrændingen bliver derved fuldstændigere og foregaar i kortere Tid, hvorved Trykket kommer til at virke med sin fulde Styrke allerede paa den allerførste Del af Stemplets Vandring.

Ved enhver moderne Forbrændingsmotor kan man derfor skelne mellem følgende Afsnit:

1) *Fremstilling af en Blanding af Luft og Brændstof,* den saakaldte *Ladning.*

2) *Sammentrykning af Ladningen,* efterfulgt af en Tænding og Forbrænding.

3) *Udvidelse af Røgluften under Arbejdsslaget,*

efterfulgt af en Afstrømning af Røgluften ved Enden af Slaget.

4) *Uddrivning* af Resten af den brændte Ladning.

Fremstillingen af den brændbare Blanding af Luft og Brændsel og Indbringelsen af denne i Motorens Forbrændingsrum kan ske paa forskellige Maader. Man skelner i denne Henseende mellem 2 Hovedtyper af Motorer:

a) *4-Takts Motorer,* hvor Motorens Cylinder samtidig benyttes som Pumpe til Indsugning af Ladningen og navnlig af Forbrændingsluften.

b) *2-Takts Motorer,* hvor Indsugningen besørges af en særlig Pumpe, som Regel det lukkede Krumtaphus, hvorfra Luften ved Enden af Stemplets Arbejdsslag under Tryk strømmer over i Cylinderen, hvorfra den uddriver Resten af den sidst brugte Ladning.

Brændslets Indførelse skal senere omtales.

a) **4-Takts Motorer.**

En 4-Takts Motor er vist skematisk i Fig. 2. Figuren viser Maskinen i Snit som en encylindrisk, enkelt virkende, liggende Maskine med Plungerstempel og forsynet med Indsugnings- og Udstødningsventil. Spiralen angiver Stillingen af Maskinens Krumtap ved de forskellige Afsnit af Maskinens Arbejde. Idet vi følger rundt med Spiralen i Pilens Retning, faar vi følgende Takter eller Hovedafsnit:

1. Takt. Stemplet gaar udefter, Indsugningsven-

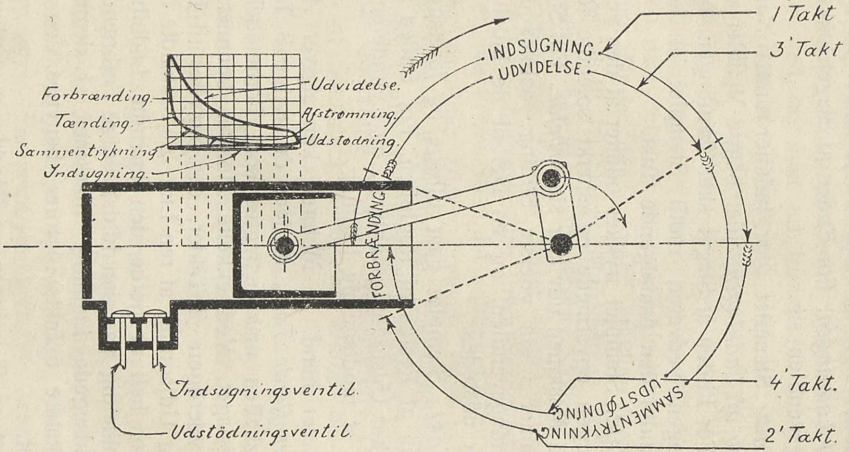

Forbrænding
Tænding
Sammentrykning
Indsugning
Udvidelse.
Afstrømning.
Udstødning.
INDSUGNING
UDVIDELSE
FORBRÆNDING
SAMMENTRYKNING
UDSTØDNING
1' Takt
3' Takt
4' Takt.
2' Takt.
Indsugningsventil.
Udstödningsventil

Fig. 2.

tilen aabner sig, og Maskinen *foretager en Indsugning af Ladningen.* For Enden af Slaget lukker Indsugningsventilen sig.

2. Takt. Stemplet gaar indefter under *Sammentrykning af Ladningen,* idet begge Ventiler er lukkede. For Enden af Slaget sker Tændingen, og Forbrændingen vedvarer, indtil Stemplet er kommet noget ind i den paafølgende Takt.

3. Takt. Stemplet trykkes udefter af den ved Forbrændingen opvarmede og stærkt spændte Røgluft, hvorved Maskinen udvikler sit *Arbejde.* Før Stemplet er kommet i sin yderste Stilling, aabnes der for Udstødningsventilen, og en Del af de indelukkede Gasarter udstødes.

4. Takt. Stemplet gaar tilbage og foretager *Udrivning* af Resten af Røgluften. For Enden af Slaget lukker Udstødningsventilen, og Cylinderen er nu klar til at modtage ny Ladning.

Man ser heraf, at Motoren kun afgiver *Arbejde for hver fjerde Takt,* medens de øvrige 3 Takter i Virkeligheden maa betragtes som Forberedelser til Arbejdsslaget. Ved enkelte Motorer kommer hertil endda yderligere 2 Takter, der benyttes til Indsugning og Udjagning af ren Luft, de saakaldte *Skylleslag,* for helt at fjerne den brændte Ladning, der virker uheldig paa den fuldstændige Forbrænding af den indsugede Ladning. Maskiner af denne Art, de saakaldte 6-Takts Motorer, benyttes dog meget sjældent.

Ovenover Tegningen af Maskinens Cylinder er

anbragt det saakaldte Diagram, der viser Trykkets Forandringer i Motorcylinderen. Diagrammet er fremkommet ved, at man ud fra en ret Linie, der er lige saa lang som Stemplets Slag, for hver enkelt Stempelstilling afsætter tilsvarende Tryk efter en eller anden Maalestok. Man ser heraf, at Trykket under Indsugningen er lidt under Atmosfærens Tryk og først naar dette under den paafølgende Sammentrykning. Under denne stiger Trykket raskt, indtil det naar 3 til 10 Gange Atmosfærens Tryk, noget før Stemplet har naaet sin inderste Stilling. Nu sker Tændingen, og Trykket stiger meget stærkt indtil lidt ind i det følgende Slag, hvor Forbrændingen er afsluttet. Nu drives Stemplet udefter, Luften udvider sig, og samtidig falder Trykket, først forholdsvis hurtigt, senere langsommere, indtil Afstrømningen begynder. Under Afstrømningen falder Trykket raskt og naar omtrentlig ned til Atmosfærens Tryk ved Enden af Stemplets Bevægelse. Under den paafølgende Uddrivning af Luften er Trykket paa Grund af Luftmodstandene i Udstødningsventilen og Udstødningsrøret noget over Atmosfærens Tryk. Trykket falder til noget under Atmosfærens Tryk, idet Motoren igen begynder at indsuge den friske Ladning.

Under Indsugningsperioden er Indsugningsventilen aaben, under Sammentrykningen, Arbejdsslaget og Udstødningen derimod lukket. Under Udstødningen er Udstødningsventilen aaben, men lukket under Indsugningen, Sammentrykningen og Arbejdsslaget. Hver enkelt Ventil aabnes derfor kun under hver-

anden Omdrejning af Motoren og saaledes, at Indsugningsventilen følger umiddelbart efter Udstødningen, hvad der bestemmer Motorens Omløbsretning. Ventilerne bevæges som Regel af en særlig Aksel, Styreakslen, der er forsynet med de Knaster, som aabner og lukker Ventilerne, og som løber halvt saa mange Gange rundt i Minuttet som Maskinens Hovedaksel. Tilstedeværelsen af en Styreaksel tilkendegiver, at Motoren arbejder i Firtakt.

b) **2-Takts Motorer.**

En opretstaaende 2-Takts Motor er vist i Fig. *3* og bestaar af en Arbejdscylinder, i hvilken Forbrændingen sker, medens Indsugningen af Luften foregaar i det lukkede Krumtaphus, der som Regel tjener som Luftpumpe. Arbejdsfordelingen er vist ved 2 Cirkler med Centrum i Midten af Krumtapakslen. Den indvendige Cirkel viser Pumpens Arbejde, den yderste Cirkel Arbejdscylinderens. Idet vi begynder med Pumpens Arbejde, faar vi:

1. Takt. Stemplet gaar opefter under *Indsugningen af Forbrændingsluften* (sjældnere ogsaa Brændsel), idet Luften strømmer gennem den paa Siden af Krumtaphuset viste Sugeventil.

2. Takt. Stemplet gaar nedad under *Sammentrykning af Forbrændingsluften,* idet den selvvirkende Sugeventil lukker. For Enden af 2den Takt passerer Stemplet med sin højre Side forbi Aabningen ad den Kanal, der forbinder Krumtaphuset med Arbejdscylinderen, og der sker en *Overstrømning* af Forbrændingsluften, der er sammentrykket i Krumtaphuset,

og som nu *strømmer* til Arbejdscylinderen, hvor den tvinges op i Toppen af denne af en opadstaaende Kam paa Toppen af Stemplet, medens den gamle

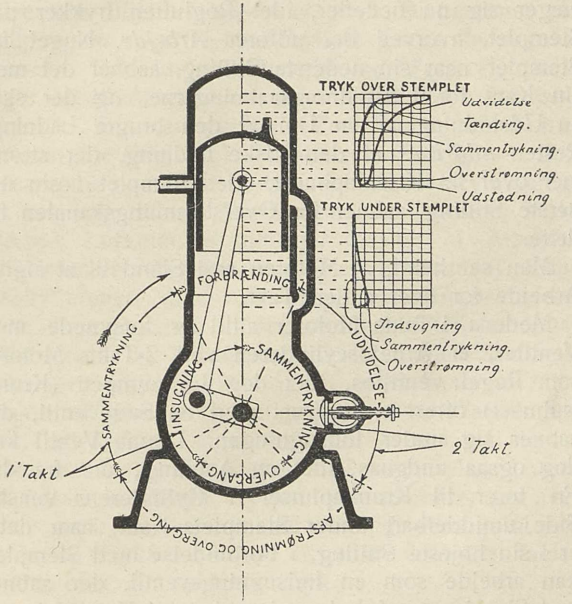


Fig. 3.

Ladning jages ud ad Udstødningsaabningerne, der er vist paa Cylinderens venstre Side.

Samtidig med, at dette gaar for sig, sker der følgende i Arbejdscylinderen:

1. Takt. Sammentrykning af den overstrømmende Ladning, idet Stemplet gaar opad. Før Stemplet naar sin øverste Stilling, sker *Tændingen.*

2. Takt. Stemplet gaar over Dødpunktet og bevæger sig nu nedefter, idet Røgluften trykker paa Stemplet, hvorved der udføres *Arbejde.* Noget før Stemplet naar sin nederste Stilling, aabner det med sin Kant for Udstødningsaabningerne, og der sker en Udstødning af en Del af den brugte Ladning. Resten *uddrives* af den friske Ladning, der strømmer over fra Krumtaphuset, idet Stemplet i sin nederste Stilling aabner for Overstrømningskanalen fra dette.

Man ser heraf, at Motoren er i Stand til at afgive Arbejde for hver anden Takt.

Medens 4-Takts Motorer altid er forsynede med Ventiler, er Arbejdscylinderen ved 2-Takts Motorer som Regel ventilløs, idet dog Luftpumpen (Krumtaphuset) oftest er forsynet med en Sugeventil, der aabner sig under Indsugningen. Denne Ventil kan dog ogsaa undgaas, idet en Aabning, der fra det Fri fører til Krumtaphuset i Cylinderens venstre Side umiddelbart under Stemplets Kant, naar dette er i sin højeste Stilling, i Forbindelse med Stemplet, kan arbejde som en Indsugningsventil, der aabnes ved Slutningen af Indsugningsslaget i Krumtaphuset. Indsugningen i Krumtaphuset sker samtidig med Sammentrykningen over Stemplet. Paa samme Maade sker Arbejdsudviklingen i Arbejdscylinderen, samtidig med at Luften i Krumtaphuset sammentrykkes.

Trykkene i Arbejdscylinderen og Luftpumpen er

vist paa lignende Maade som ved 4-Takts Motorerne, idet der ud fra en ret Linie, der angiver Stemplets Bevægelse, er tegnet Diagrammer. Disse faar naturligvis et fra 4-Takts Motorerne forskelligt Udseende. Idet vi begynder med Diagrammet for Luftpumpen, ser vi, at Trykket under Indsugningen er lidt under Atmosfærens Tryk og først stiger op til Atmosfærens Tryk noget ind i den paafølgende Sammentrykning. For Enden af denne, — naar Stemplet er i sin nederste Stilling, — sker Overstrømningen af Luften til Arbejdscylinderen, og samtidig falder Trykket til Atmosfærens Tryk, hvorpaa Luftpumpen indsuger paany. I Arbejdscylinderen er Trykket ved Begyndelsen af Sammentrykningen altid saa meget over Atmosfærens Tryk, som svarende til Modstandene i Udstødningsaabningerne og Udstødningsrøret. Under Sammentrykningen stiger Trykket jævnt indtil henimod Slutningen af Sammentrykningsslaget, hvor Tændingen sker, og Trykket stiger raskt for at naa sin største Værdi lidt ind i det paafølgende Arbejdsslag. Under Arbejdsslaget aftager Trykket først stærkere, saa svagere, indtil Stemplet aabner for Udstødningsaabningerne, og Trykket i Løbet af ganske kort Tid falder til lidt over Atmosfærens Tryk.

Hovedpunkter i Motorernes Arbejde.

For en lille Smule nærmere at undersøge de Forhold, der giver det mest økonomiske Arbejde for Maskinen, maa vi gaa lidt ind paa de enkelte Ar-

bejdsafsnit; der vil da samtidig blive Lejlighed til at gaa ind paa selve Tilførslen af Brændsel, der indtil nu ikke har været omtalt.

1) *Fremstilling af Ladningen.*

Vi har allerede tidligere omtalt Indsugningen af Forbrændingsluften og skal her kun omtale Indførelsen af Brændslet. Denne sker noget forskelligt efter Motorens Art og det anvendte Brændsel. Ved Gasmaskiner indsuges Gassen som Regel gennem en særlig *Gasventil,* der udmunder i Rummet umiddelbart før Indsugningsventilen saaledes, at Blandingen af Luft og Gas sker udenfor Cylinderen, og Blandingen gaar gennem Indsugningsventilen, der her tit benævnes Blandingsventilen.

Ved Motorer til flydende Brændsel kan Brændslet enten tilføres ved Hjælp af en *Brændselpumpe* eller kan indsuges ved Sugningen i Maskinen gennem en særlig *Forstøver.* Anvendelse af Brændselpumpe er langt den vigtigste og finder Sted ved alle 2-Takts Motorer og de fleste 4-Takts Motorer, der benytter Petroleum, Solarolie eller Raaolie. Brændselpumpen forenes da med Motorens Regulator saaledes, at denne afpasser den tilførte Brændselsmængde. Brændslet indføres som Regel med stor Kraft i en fin Straale saaledes, at det let gaar over i Støvform, og træffer inde i Cylinderen paa en glødende Væg, Fordamperen, som Regel Væggen i Glødehovedet eller en fremstaaende Kam, der fra Glødehovedet naar ned i Cylinderen, og bliver derved fordampet. Indførelsen af Brændslet sker sædvanligvis samtidig med Indførelsen af den friske Luft, men

kan dog ved 2-Takts Motorer finde Sted inde i Sammentrykningsslaget.

Ved Motorer, hvor Brændslet indføres ved Sugning i Cylinderen, som ved de fleste Benzin- og Spiritusmotorer, finder Indsugningen naturligvis Sted samtidig med Luften og ligesom for Gasmaskinernes Vedkommende i Rummet foran Indsugningsventilen. Brændstoffet her gaar gennem et Forstøverelement, der ofte bestaar af en Skrue med undersænket Hoved, paa hvis skraa Flade der er indfræset fine Riller, hvorved Brændslet bliver fint fordelt. Hvor Brændslet ved Motorer af denne Art indføres i en varm Fordamper, deler man ofte Indsugningsventilen saaledes, at en Del af Luften sammen med Brændslet indsuges i en varm Fordamper, men Resten af Luften indsuges gennem en særlig Luftventil, for at Fordamperen ikke under ringe Belastning eller Tomgang skal blive for stærkt afkølet ved at gennemstrømmes af hele Luftmængden.

Det gælder om, at Motoren indsuger saa stor Luftmængde i Cylinderen som muligt, for at kunne forbrænde saa meget Brændstof som muligt, for dermed at udvikle det mest mulige Arbejde. Under Indsugningen sker der en lille Luftfortynding, idet Trykket nødvendigvis maa være noget lavere inde i Cylinderen end udenfor, for at Luften kan strømme ind gennem Indsugningsledningen, Indsugningsventilen m. m., hvilket formindsker Mængden af Forbrændingsluft i Indsugningsledningen. Modstandene bør derfor være saa smaa som vel muligt for at undgaa større Fortynding end nødvendigt. Man bør

derfor undgaa Knæ, Bøjninger, Anvendelse af større Rørlængder end nødvendigt samt af for smaa Rørdimensioner. Ved Benzinmotorer og Sugegasmotorer er man dog af Hensyn til Indsugningen af Brændslet nødsaget til at forøge Luftmodstandene i Sugeledningen.

Indsugningsventilen, hvor denne findes, kan aabnes og lukkes af Motoren selv ved Hjælp af en Knast paa Styreakslen eller ved Hjælp af det Undertryk, der fremkommer under Motorens Sugning. Det sidste er uheldigt og i særlig Grad ved hurtiggaaende Motorer, da det dels kniber med at aabne og lukke tilstrækkelig hurtigt i Forhold til den korte Tid, der staar til Raadighed, og Lukningen desuden ofte bliver ufuldkommen, idet Ventilen paa Grund af Fjedringen i Ventillegemet og i Ventilsædet kommer til at hoppe, og derved tillader en Del af Ladningen at undslippe under den paafølgende Sammentrykning. De Midler, man har til at forebygge denne Hopning, er dels en Formindskelse af Ventilens Løftehøjde, dels en Forøgelse af Ventilfjederens Styrke, men begge Dele virke uheldigt ved at formindske den Luftmængde, der kan indstrømme i Motoren.

Ved 2-Takts Motorer, der — som vi har omtalt — er ventilløse, giver de korte Tidsrum for Overstrømningen af den nye Ladning og Afstrømningen af den brugte Ladning samt Sugeventilen paa Krumtaphuset Anledning til Ulemper af lignende Art.

2) *Sammentrykningen og Tændingen af Ladningen.*

Det gælder om at sammentrykke Ladningen saa meget som muligt, idet man dog maa undgaa, at den Opvarmning, der fremkommer ved Sammentrykningen, fremkalder en for tidlig Tænding af denne. I Almindelighed gælder det, at man kan sammentrykke desto mere, jo tyndere Brændslet er, d. v. s. jo større Rumfang af Brændslet, der skal til for at udvikle den samme Varmemængde. Sædvanligvis kan man saaledes sammentrykke stærkere ved Anvendelsen af luftformigt Brændsel end ved støvformigt og dampformigt Brændsel. I Reglen vil man kunne regne med, at den opnaaelige Sammentrykning aftager med Brændslet i følgende Orden:

Sugegas.
Lysgas.
Spiritus.
Benzin.
Petroleum.
Solarolie.

For at kunne sammentrykke saa meget som muligt, nedsætter man af og til Temperaturen i Cylinderen ved Fordampning af Vand, der indsprøjtes i Cylinderrummet samtidig med Indførelsen af Brændslet, uden at man dog her kan sige at have fundet nogen fuldt tilfredsstillende Løsning. Vandkølingen paa denne Maade er særlig nødvendig ved 2-Takts Motorerne, hvor navnlig Stemplet er meget varmt og let kan hidføre for tidlige Tændinger.

For Enden af Sammentrykningsslaget sker Tændingen og Forbrændingen, der maa være tilende-

bragt umiddelbart efter, at Maskinen er kommen ind i den følgende Takt. Tidspunktet for Tændingen er afhængig af Ladningens Forbrændingshastighed i Forbindelse med Maskinens Omløbshastighed. Sædvanligvis vokser Forbrændingshastigheden med Brændstoffernes Tæthed og er saaledes større for støvformigt Brændsel end for luftformigt Brændsel.

Tændingspunktet maa derfor vælges des før, jo mindre Faren er for Fortændingen, eller i ovennævnte Rækkefølge.

Desuden er Tidspunktet for Tændingen afhængig af Motorens Hastighed og maa vælges des tidligere, jo hurtigere Motoren løber; thi des kortere Tid staar der til Raadighed for Tændingen og Forbrændingen.

3) *Tændingen.*

Tændingen kan ved Smaamotorer foregaa paa forskellig Maade. Almindeligst sker Tændingen, navnlig for Petroleumsmotorernes Vedkommende, ved en Berøring mellem den brændbare Blanding og en glødende Væg, sjældnere anvendes elektrisk Tænding.

Den glødende Væg kan enten være et Gløderør, der holdes opvarmet af en Lampe, eller et Glødehoved (Glødekugle), der holdes varmt ved Forbrændingen i selve Motoren. Anvendelsen af Gløderør er ældst og finder fortrinsvis Anvendelse ved Gasmaskiner, men lejlighedsvis dog ogsaa ved Petroleumsmotorer. Anvendelse af Glødehoved findes kun ved Petroleumsmotorer. De fleste Glødetændinger, og navnlig Glødehovedtændinger, har den Ulempe, at de ikke tænder paa bestemt Tid. Denne Ulempe med-

fører, at Motoren ikke er i Stand til at benytte saa høje Sammentrykninger, som man vilde være i Stand til uden Anvendelse af Glødetænding. Tændingen indtræffer saaledes tidligere ved fuld, end ved ringe Belastning, idet Glødehovedet ved fuld Belastning er varmere, og Blandingen som Regel ogsaa tættere. Motoren maa derfor bygges saaledes, at Tændingen indtræffer i rette Tid for størst Belastning; men dette vil medføre, at Motoren kommer til at tænde for sent ved mindre Belastning og derfor vil arbejde forholdsvis uøkonomisk. Man forsøger ved flere Motortyper at bøde herpaa ved at indrette Vandindsprøjtningen i Cylinderen saaledes, at Temperaturen af Blandingen nedsættes mere ved stor Belastning end ved lille, hvorved man samtidig faar en bedre Forbrænding; men da denne Regulering som Regel sker for Haanden, er dens Værdi til praktisk Brug kun tvivlsom. En Undtagelse herfra danner enkelte Gløderørstændinger, hvor der i Kanalen mellem Gløderøret og Cylinderen er indskudt en Tændingsventil, der aabnes af Motoren i Tændingsøjeblikket.

Den elektriske Tænding tillader højere Sammentrykninger end den ikke styrede Glødetænding, idet den brændbare Blanding ikke er i Berøring med nogen opvarmet, maaske glødende Væg under Sammentrykningen, men tændes af en elektrisk Gnist, der dannes netop i det rigtige Øjeblik. Den elektriske Tænding kan iøvrigt være indrettet paa forskellig Maade. Man har saaledes den saakaldte Batteritænding, hvor Strømmen leveres fra elektriske Tørele-

menter eller Akkumulatorer. Denne Tænding er imidlertid uheldig, idet den hyppige Fornyelse af Elementerne giver en Usikkerhed i Motorens Drift. Bedre er Dynamotændinger, hvor Strømmen leveres af en lille Dynamo, der drejes uafbrudt rundt, og hvor Strømmen sluttes og afbrydes i Tændingsøjeblikket. En Del Dynamotændinger lider imidlertid af den Ulempe, at der er mange, stadigt løbende Dele, der er stærkt udsatte for Slid.

Den nyeste og bedste elektriske Tænding er den saakaldte Magnettænding, hvor den lille Dynamo, der leverer den elektriske Strøm, kun bevæges kort før Tændingen indtræffer. Sædvanligvis bevæges Motorens Anker ud til Siden ved Hjælp af et Angreb paa Motorens Styreaksel eller i Forbindelse med denne, og i det Øjeblik, Tændingen skal indtræffe, slipper Angrebet Ankeret, der af en Fjeder rives tilbage til sin Midterstilling. Herved dannes den elektriske Strøm, og idet samtidig 2 Kontakter inde i Motoren, der normalt berører hinanden, pludselig rives fra hinanden, dannes der en Gnistvej, og Ladningen tændes.

4) *Arbejdsslaget.*

Som vi allerede har gjort opmærksom paa, udfører Motoren kun Arbejde i enkelte Takter, og Arbejdet maa derfor fordeles til de øvrige ved Anvendelse af Svinghjul. For at faa saa meget Arbejde som muligt af en vis Mængde Brændsel, maa Begyndelsestrykket under Arbejdsslaget være saa stort som muligt, hvad vi tidligere har omtalt. Desuden maa Blandingen af Forbrændingsluft og Brændsel

være saa fuldstændig som mulig; det er af denne Grund, at Indførelsen af Brændslet som Regel sker samtidig med Indførelsen af Forbrændingsluften, for at give disse Lejlighed til at blande sig inderligt med hinanden. Man kan sædvanligvis ikke gøre Regning paa en saa fuldstændig Forstøvning ad mekanisk Vej, at Forbrændingen i Motoren bliver fuldstændig. Ved Dieselmotoren er dette muliggjort ved Indsprøjtning med Luft, og ved først at indbringe Brændslet i Slutningen af Sammentrykningsslaget og ved Begyndelsen af Arbejdsslaget opnaar man netop at kunne bruge den for Dieselmotoren særegne høje Sammentrykning, der er Hovedgrunden til Dieselmotorens ringe Brændselsforbrug. Noget i denne Retning har man dog med Held forsøgt ved 2-Taktsmotorerne ved en særlig Formning af Glødehovedet, hvorved Luften i dette under Sammentrykningen bliver sat i en stærk hvirvlende Bevægelse. Under Arbejdsslaget er ved 4-Takts Motorerne begge Ventiler naturligvis lukkede. For Enden af Arbejdsslaget aabnes der for Afstrømningen, for at Trykket i Cylinderen kan faa Lejlighed til at falde til Atmosfærens Tryk, førend Stempelbevægelsen vender, saaledes at Udstødningen kan foregaa med saa ringe Modtryk for Motoren som mulig.

5) *Uddrivning af Resten af den brugte Ladning.*

Uddrivning af den brugte Ladning maa foregaa, uden at Stemplet kommer til at afgive mere Arbejde end højst nødvendigt. Det gælder derfor om, at Ladningen kan slippe bort saa let som muligt, uden at møde Modstande som i Knæ, Bøjninger m. m. For

at formindske Modstandene, skal man desuden anvende saa store Rørdimensioner som muligt, og desuden benytter man sig som Regel af, at Udstødningen kun finder Sted i en enkelt Takt, idet man saa tæt som muligt ved Motoren anbringer en stor Beholder, den saakaldte Lydpotte. Røgluften passerer ud i denne under Udstødningsslaget, men faar iøvrigt Lejlighed til at undvige herfra gennem Resten af Udstødningsledningen under de paafølgende Takter. Det gælder da om, at Lydpottens Rumfang bliver tilstrækkelig stort til at optage hele den fra Cylinderen udstrømmende Ladning, uden at Trykket stiger for stærkt. Under Udstødningen ved 4-Takts Motoren er Udstødningsventilen naturligvis aaben; den lukkes samtidig med, at Indsugningsventilen aabnes i Begyndelsen af Indsugningsslaget.

6) *Brændsel, Forstøvere og Fordampere.*

Det flydende Brændsel til Motorer bestaar hovedsagelig af Petroleum og Benzin, der begge vindes ved en Afdampning af den naturligt forekommende Raapetroleum og af petroleumsagtige Forbindelser, der gaar under Navnet Solarolie, og som enten fremstilles ligesom Petroleum ved en Afdampning af Raapetroleum eller af olieholdige Lerskifre og Brunkul, men som ofte benyttes Side om Side med Raaolie for at betegne Raapetroleum, hvoraf man har uddampet Benzin og Belysningspetroleum. I den nyere Tid er hertil kommen Tjæreolie, der dog endnu ikke synes at kunne anvendes til Smaamotorer, og Spiritus, der navnlig i Tyskland synes at skulle vinde Indpas, og som maaske engang med Tiden, naar

Petroleumsindvindingen ikke mere kan følge med den stadig stigende Efterspørgsel, vil rykke frem i første Linie som Brændsel ved Smaamotorer.

Petroleum har af Befolkningen i de Egne, hvor Petroleumen forekommer, allerede længe været kendt og benyttet, dels som Helbredelsesmiddel, dels til Belysning. Men det var først, da en Boring i Pennsylvanien i 1859 gav Petroleum i rigeligere Mængde, at Stødet blev givet til Petroleumsindvinding i stor Stil. Den første Boring var kun 69 Fod dyb, og Raaolien maatte pumpes op, men i 1861 lykkedes det ved Boring til 460 Fod at træffe et petroleumsførende Lag, der gav Olien i saa rigelig Mængde, at den vældede op af Borehullet. Med den stigende Olieindvinding, der tillod en Anvendelse i større Omfang, steg ogsaa Efterspørgslen, og i Løbet af kort Tid var den østlige Del af De forenede Stater omkring Alleghenni Bjergene grebne af en sand Petroleumsfeber. Boring efter Boring blev iværksat i Pennsylvanien, Ohio, West Virginien, Texas samt paa Canadas Grund. Hvor der var gjort heldige Boringer, skød den ene By i Vejret efter den anden, for igen at blive forladt i Løbet af 6 Maaneder til 2 Aar, eftersom Boringerne hørte op med at give Petroleum. Petroleumsindvindingen var undergiven en sand Rovdrift og oversteg snart Efterspørgslen paa en saadan Maade, at Prisen for Petroleum faldt under Emballagens Værdi, og Mængder af Petroleum gik til Spilde. Imidlertid steg Efterspørgslen stadig jævnt og dermed Prisen paa Petroleum indtil 1872, da de russiske Petroleumsomraader, der indtil da

havde været paa en enkelt Mands Haand, blev givet fri. Paa et ganske lille begrænset Omraade ved Baku opstod der snart en vældig Petroleumsindustri, der i Henseende til Mængden af Raaolie endda skulde overfløje den amerikanske. Til de amerikanske og russiske Felter er der desuden efterhaanden kommet mindre Petroleumsfund i Galizien, Rumænien og desuden i Asien samt paa Sumatra, Java, Borneo og i Birma og Japan, men ingen Steder tilnærmelsesvis saa rige som de amerikanske og navnlig de russiske ved Baku. I 1905 angaves Produktionen til 20 Millioner Tons Raapetroleum om Aaret og heraf 51 pCt. i Baku, 41 pCt. i Nordamerika, Resten, 8 pCt., paa de øvrige Steder.

Den samlede Olieproduktion udgør dog kun $^1/_{40}$ Del af den samlede Kulproduktion, og tilmed synes det, som om Olieproduktionen er ved at naa til et Højdepunkt, idet Petroleumsfelterne, og navnlig de amerikanske, forholdsvis hurtigt udtømmes. Med det stærkt stigende Begær efter Petroleum til Motorbrug maa man derfor imødese en ret hurtig Stigning af Petroleumspriserne, saa meget mere, som Petroleumshandelen findes paa ganske faa Hænder, hvorved der let vil kunne hidføres Aftaler og Deling af Markedet paa Bekostning af den frie Konkurrence.

Raapetroleum bestaar af Forbindelser mellem Kul og Brint, der formentlig er dannet ved en Omdannelse af lavtstaaende Havdyr som Kiselalger og Koraler, der i uhyre Mængder har ophobet sig paa Bunden af Fortidens Have. Dannelsen af Petroleum har derfor intet med Dannelsen af Kul at gøre, saa-

ledes som man i sin Tid var tilbøjelig til at tro. Sammensætningen af Raapetroleum er dog i flere Henseender forskellig efter Findestedet. Den amerikanske Raaolie er saaledes rigere paa lette Bestanddele end den russiske og er, navnlig for den pennsylvanske Petroleums Vedkommende, klar og gennemsigtig, medens den russiske ofte er mørkebrun og uigennemsigtig med en ubehagelig, løgagtig Lugt. Raaolien benyttes sjældent som saadan til Brændsel for Motorerne, men underkastes en Afdampning under stadig stigende Temperaturer, for dels at indvinde de lettere fordampelige og værdifuldere Benzinarter, der har faaet saa udstrakt Anvendelse, ikke mindst til Automobiler, dels for at fjerne tungt fordampelige Bestanddele af Raaolien, der kun vanskelig vil forbrænde i Motorerne, og som bidrager til at tjære Maskinernes Stempel og Ventiler til. Dog anvendes nogen Raaolie — og da særlig russisk — til Motorbrug, da den russiske Petroleum kun indeholder forholdsvis faa faste Forbindelser, der har særlig Tilbøjelighed til at fortjære og til at tilstoppe de fine Indsprøjtningsdele i Motoren.

I Reglen foretages en Afdampning af Raaolien, hvorved de Bestanddele, der fordamper under 150° C., udgør Benzin, mellem 150° og 300° de egentlige Lys- og Motorolier. Af Resten vindes af og til nogen Solarolie, men som Regel benyttes den under Betegnelse af Raaolie eller Solarolie som Brændsel, hvorefter der nu er rigelig Efterspørgsel. Af den amerikanske Petroleum vindes saaledes c. 15 pCt. Benzin, c. 50 pCt. Motor- og Lysolier, medens Resten, ialt c.

35 pCt., benyttes paa Stedet som Brændsel. Af den russiske Raaolie fremstilles c. 5 pCt. Benzin, c. 27 pCt. Motor- eller Lysolier, medens Resten, 68 pCt. tungere Bestanddele, „Ostatkit“ eller „Massuth“, anvendes som Brændsel, dels lokalt, dels i Motorer og paa Jærnbanerne og Dampskibene i Sydrusland og paa Sortehavet. Efter Afdampningen renses Olien som Regel med fortyndet Svovlsyre og udvadskes med Vand og Natronlud for at fjerne Tjærebestanddele, der har dannet sig under Fordampningen, eller som er bleven revet med af de udviklede Dampe. Motorpetroleum, som f. Eks. den amerikanske „Standard White“ Petroleum, har dog som Regel endnu et gulligt Skær af fremmede Bestanddele, som man ikke har kunnet fjerne ved Petroleumsbehandlingen.

For at bringe Petroleum eller Benzin til at brænde, maa man sørge for, at Luften kan blandes saaledes ind i Brændselsmængden, at enhver lille Brændseldel kan komme i Berøring dermed. Medens en saadan Blanding let finder Sted ved luftformigt Brændsel, bliver Sagen straks vanskeligere, naar det som nu drejer sig om brændbare Vædsker, idet disse enten maa forstøves meget fint eller ligefrem fordampes, førend en fuldstændig Forbrænding kan finde Sted. Medens man forholdsvis let kan opnaa en Fordampning med Anvendelsen af Benzin, bliver Forholdene vanskeligere ved Petroleum og endnu vanskeligere ved Solarolie. Her maa man anvende Fordampning, idet Petroleumen, Solarolien eller Raaolien indsprøjtes i saa vidt mulig forstøvet Form i en Fordamper, det vil sige et Rum, hvis Vægge holdes

stærkt opvarmede. Dette Rum kan ligge inde i selve Maskinen og er da ofte udformet som Glødehoved eller Glødekugle, der samtidig tjener til Tænding saaledes, som vi tidligere har omtalt, eller Forstøveren anbringes udenfor Maskinen saaledes, at denne suger Luften igennem Forstøveren, medtagende de udviklede brændbare Dampe. Det første er nu om Stunder det hyppigst anvendte, idet man forholdsvis nemt kan anvende en ved Forbrænding i Motorens Indre udviklet Varme til Fordampning.

7) *Reguleringen.*

Reguleringen af Smaa-Motorer kan ske paa forskellige Maader, af hvilke det dog vilde være unødvendigt at omtale andre end *Udsætterregulering* og *Ladningsregulering*.

Udsætterregulering er den ældste og endnu den Dag i Dag den mest brugte. Motorerne faar ved denne altid samme Brændselsmængde for hvert Arbejdsslag, hvad enten Motoren løber med fuld, med delvis Belastning, eller med Tomgang. Løber Motoren med en mindre Belastning, afbryder Regulatoren af og til Forbindelsen mellem Brændselspumpen eller Gasventilen og deres Bevægemekanisme saaledes, at Motoren ikke modtager noget Brændsel og ikke udvikler Arbejde. Naar der ses bort fra den Mængde Forbrændingsluft, der under normal Gang bliver tilbage i Motorens Forbrændingskammer, bliver Blandingsforholdet af Luft og Brændsel ved denne Reguleringsmaade uforandret for hvert Arbejdsslag, og man kan derved sikre sig, at Brændslet bliver forbrændt med størst mulig Økonomi.

Ved Motorer med Forstøver og uden Brændselspumpe bliver Udsætterreguleringen dog ofte iværksat paa anden Maade. For Eks. kan Udstødningsventilen holdes fast i aaben Stilling saaledes, at den gamle Ladning suges tilbage, eller Udstødningsventilen kan holdes lukket, hvorved den gamle Ladning ikke faar Lejlighed til at slippe bort. Idet Motorer af denne Art samtidig er forsynede med en ikke styret Indsugningsventil, vil denne, naar Undertrykket i Cylinderen paa denne Maade ikke bliver stort nok, ikke aabne sig. Motoren faar derfor ikke nogen ny Ladning, og tager Udsættere. Ofte maa man dog yderligere sikre sig, at Indsugningsventilen holdes lukket ved Anbringelsen af en Indretning, der ved en Fjeder holder Ventilen til, eller ved en særlig Mekanisme laaser Indsugningsventilen, naar Motoren tager Udsætter.

Ladningsreguleringen gaar for sig paa den Maade, at Motoren modtager Brændsel til hvert Arbejdsslag, men Brændselsmængden afpasses af Regulatoren i Overensstemmelse med Motorens Behov. Denne Reguleringsmaade er ikke saa økonomisk som Udsætterreguleringen, idet Motoren ikke er i Stand til at forbrænde de smaa Brændselsmængder med samme Økonomi som den, der svarer til fuld Belastning, og hvorefter Motoren er bygget. Imidlertid har Motorer med Ladningsregulering andre Fordele, hvoraf maa anføres den forholdsvis jævnere Gang og den Omstændighed, at Motorer med Glødehovedtænding lettere kan holde sig varme under ringe Belastning, idet der ved hvert Slag tilføres nogen Varme,

medens Hovedet ved Motorer med Udsætterregulering køles ved hvert Slag, hvor der ikke udvikles Arbejde. Ofte indretter man derfor Maskiner med Udsætterregulering saaledes, at man kan forkorte Petroleumspumpens Slag, naar Motoren i længere Tid skal gaa med lille Belastning, hvorved Maskinen tager færre Udsættere og lettere holder sig varm.

8) *Kølingen.*

Under Forbrændingen i Cylinderen udvikles der en ganske betydelig Varme; der er saaledes lejlighedsvis maalt Temperaturer paa indtil 1900 ^{0} C. Disse Temperaturer kan naturligvis ikke taales af Materialet og særlig ikke af den for Motorens Gang absolut nødvendige Smøreolie, hvorfor Motorerne altid maa være forsynede med Vandkøling. Kølingen kan enten ske med Vandværksvand, der ledes igennem en Kappe omkring Arbejdscylinderen, eller ved at Vandet fra en stor Beholder bringes til at strømme omkring Kølekappen og tilbage til Beholderen, hvor det faar Tid til at afkøle sig igen. Det sidste er det almindeligste med Smaamotorer. Til transportable Motorer, hvor man ikke kan medføre saa stor Vandmængde, at denne kan faa Tid til at afkøles imellem hver Benyttelse, understøttes denne Køling tit med en Fordampningskøling, idet en Kølepumpe afgiver Vandet til en Overbeholder, hvorfra det i fine Straaler, ofte følgende nedhængende Sejlgarnssnore, strømmer til en Underbeholder, hvorfra det tages igen af Kølepumpen. Vandet faar paa denne Maade undervejs fra Over- til Underbeholder en meget stor Overflade, og naar Vinden blæser, eller man ved en

Blæser fremkalder en stærk Luftfornyelse omkring de faldende Straaler, vil der opstaa en kraftig Fordampning, hvorved Vandet afkøles. Endelig kan man, ved paa særlig Maade at udforme Kølekappen, indrette Kølingen som en Fordampningskøling, hvor Vandet kommer til at koge i Kølekappen og fordamper, hvorved Cylinderen afkøles ved Dampdannelsen.

9) *Motortyper og deres Anvendelse.*

Man bliver ofte forespurgt om, hvilken Motortype, man skal vælge for sin Virksomhed. Er en 2-Takts eller en 4-Takts Motor, en hurtigt løbende eller en langsomt løbende, en staaende eller liggende Motor, den bedste for ens Virksomhed? Spørgsmaalet kan ikke besvares i al Almindelighed. Man maa dertil have Angivelser om Virksomhedens Art, HK, Forbrug, Beskæftigelsesgrader m. m., førend man kan give et tilfredsstillende Svar. For at hjælpe til en Besvarelse, skal vi gaa lidt ind paa Fordele og Mangler ved de forskellige Motortyper.

4-Takts Motorer, hvor Indsugning, Sammentrykning, Forbrænding m. m. foregaar i samme Cylinder, giver kun Arbejde for hver anden Omdrejning af Motorens Aksel, medens en 2-Takts Motor giver Arbejde for hver Omdrejning, hvorfor den, alt andet lige, kun behøver det halve Stempelareal, naar iøvrigt Slaglængde og Omdrejningstal forbliver det samme. 2-Takts Motoren er derfor, alt andet lige, for samme Hestekraft mindre, men ogsaa billigere end 4-Takts Motoren.

Økonomien for de 2 Typer bliver for nye Motorer praktisk talt den samme, maaske synes der at være en lille Fordel for 2-Takts Motoren, hidrørende fra ringere Varmebortledning fra Motorens Cylinder for hvert Arbejdsslag, hvad der opvejer det større Arbejde ved en særlig Sammentrykning af Luften i 2-Takts Motorens Luftpumpe.

Den hyppigere Arbejdsafgivelse ved 2-Takts Motoren gør, at denne, under iøvrigt samme Forhold, giver et roligere Arbejde med kortere Dødperioder end 4-Takts Motoren, hvad der gør 2-Takts Motoren godt egnet til Ophejsningsspil m. m., idet den i disse Tilfælde kommer til at virke paa lignende Maade som 2 cylindriske 4-Takts Motorer.

Paa den anden Side er Holdbarheden af 4-Takts Motorer langt større end 2-Takts Motorernes med samme Stempelvandring og Antal Omdrejninger pr. Minut. Man kan regne med, at 4-Takts Motorer varer ca. en halv Gang længere end 2-Takts Motorer, hvad der ofte udligner Fordelene ved 2-Takts Motorerne. Dertil kommer, at 2-Takts Motorerne tidligere bliver utætte og ved Utætheden gaar mere ned i HK-Ydelse og op i Brændselsforbrug end 4-Takts Motorerne.

Naar man staar overfor Valget af de 2 Typer, maa man derfor stille sig klart, hvor meget Motoren skal benyttes. Er Benyttelsen stor, saaledes til Værksteder, hvor Maskinen arbejder stadigt, til Hovedmotor i Fiskerifartøjer m. m., bør 4-Takts Motorer anvendes. Gælder det derimod om forholdsvis ringe Benyttelser og navnlig om Tilvejebringelse af Reserve-

kraft som ved Vindmøller, er 2-Takts Motoren paa sin Plads og bør anvendes, idet man drager Fordel af dennes ringere Pris.

Paa lignende Maade som det gaar med Valget af 2-Takts eller 4-Takts Motorer gaar det ved Valget mellem en hurtigt gaaende og en langsomt gaaende Motor. Jo hurtigere Motoren løber, desto før vil den være udslidt, og desto mindre driftsikker bliver den. Under sædvanlige Forhold vil man kunne regne med en Levedygtighed, svarende til 240,000,000 Omdrejninger for gode 4-Takts Motorer under Forudsætning af tilfredsstillende Pasning, ved 2-Takts Motorer omtrentlig 160,000,000 før den første Opboring, hvoraf man kan slutte sig til Levedygtigheden under givne Forhold.

Ved Valget mellem en staaende eller liggende Motortype maa man nærmest gaa ud fra Motorens Anvendelse. En liggende Motor er forholdsvis lettere tilgængelig, ligger bedre i sit Fundament, hvorfor den bedre kan modstaa Virkningen af skraat liggende Remtræk og bør derfor fortrinsvis finde Anvendelse til Transmissionsdrift. En staaende Motor er som Regel noget billigere, tager mindre Plads op og løber noget hurtigere, hvorfor den egner sig til direkte Kobling til hurtigt gaaende Maskiner som Dynamoer, til Baadbrug m. m.

Holdbarheden af de 2 Typer vil under sædvanlige Forhold være praktisk talt den samme. Til Fordel for den staaende Type taler, at Stemplet ikke bæres af Cylindervæggen, hvorved Slidet paa denne bliver mindre. Imidlertid undgaas dette Slid ikke, idet

Kraften under største Delen af Stemplets Bevægelse skal overføres igennem en skraat stillet Plejlstang, hvorved en Del af Trykket altid maa forplantes igennem Cylindervæggen. Endvidere har den staaende Motor den Mangel, at medrevne Smaadele som Glødskaller eller Oliekoks, der dannes i Cylinderens Indre ved ufuldstændig Forbrænding af Smøreolien, vanskeligt slipper bort og derfor vil danne Slibemidler, der vil forøge det naturlige Slid paa Cylindervæggen. Disse Dele har betydelig lettere ved at slippe ud af de liggende Motorer, hvorfor denne Type i Henseende til Holdbarhed næppe staar tilbage for den staaende.

10) *Opstilling af Motorerne.*

Motorerne maa opstilles i et lyst og renligt Rum, forsynet med Betongulv eller lignende, da Motoren, hvis Gulvet er løst, eller hvis den er opstillet paa Steder, hvor der er støvet, vil opsuge Støvdele i Lejer m. m. og forholdsvis hurtigt være udslidt. Væggene i Rummet maa være murede eller pudsede. Loftet maa, dersom det ikke er fjernet mere end 5 Fod fra Motoren, ligeledes være pudset eller beklædt med Jærn.

I det Rum, hvor Motoren er opstillet, maa der ikke opbevares eller forarbejdes let antændelige Varer som Træ o. l. Udstødningsrørene skal holdes mindst 2″ fra alt Træværk og maa ikke passere Rum, hvori let antændelige Varer opbevares. I selve Motorrummet maa der ikke findes større Forraad af Petroleum; Petroleumsbeholderen maa ikke anbringes

paa Steder, hvor der er varmt. Dersom der til Motoren hører Lampe, skal den være anbragt saaledes, at den ikke kan falde af under Maskinens Rystelser, og let kan opsættes og fjernes igen.

Hvor Motoren trækker Virksomheder, der forarbejder let antændelige Varer, maa man for denne bygge et særligt, brandfrit Motorhus, hvad man iøvrigt ogsaa staar sig ved ved andre Virksomheder, og Trækket fra Motoren maa ikke forplantes ved Hjælp af Rem ind i den Virksomhed, der skal trækkes, da den brandfri Opstilling i saa Fald bliver betydningsløs. Kraftoverførelsen maa ske igennem en Aksel, der passerer igennem Mur ind til den paagældende Virksomhed, og hvor der omkring Akslen ved Hjælp af en gennemhullet Jærnplade er skaffet nogenlunde Tætning til Veje.

Nøgler og løst Værktøj bør være anbragt paa et Nøglebrædt.

Hvad kan man forlange af en god Motor?

En Motor maa først og fremmest være driftsikker, da de Arbejdstab og den Ulejlighed, man har af en Motor, der fra Tid til anden nægter at arbejde, langt overgaar baade et ringe Brændselforbrug og en forholdsvis høj Anskaffelsespris; dernæst maa Motoren ikke bruge for meget Brændsel og Smøreolie, navnlig maa man i denne Forbindelse lægge Mærke til dette sidste, hvad der ofte glemmes. Motoren maa være i Besiddelse af en efter Forholdene passende

Varighed saaledes, at den ikke for tidligt mister sin Driftsikkerhed og Kraft.

Driftsikkerheden beror dels paa Motorens gode Udførelse, dels paa Pasningen og paa Motorens Reguleringsevne. Motorens gode Udførelse kan man undersøge ved Eftersyn af dens enkelte Dele. Stemplet maa passe tæt i Cylinderen, hvad der kan prøves ved at dreje Motoren langsomt rundt i Sammentrykningsslaget og mærke den Modstand, Motoren yder herimod. Ved gode Motorer vil det være praktisk talt umuligt at dreje Maskinen langsomt rundt imod Sammentrykningen. Stempel og Cylinder maa helst begge være afslebne, da Tætheden derved varer længere, end dersom Motoren kun var afdrejet. Større Motorer bør altid være forsynede med en indtrukket Slidcylinder. Maskinen maa have en blød Gang ved Drejning for Haanden; idet man tager et Dæksel af, maa der ikke for Haanden kunne mærkes haarde Punkter i Maskinens Gang.

Cylindervæggen maa være tæt og ikke ved Eftersyn vise utætte Steder; en Utæthed i Cylindervæggen vil ofte vise sig ved, at der under Motorens Gang danner sig et rustfarvet Skum foran Stemplet, bestaaende af en Blanding af Olie og Kølevand, der er trængt ind i Cylinderen.

Alle Tætningsflader, der hyppigt skal løsnes, f. Eks. ved Dæksler til Ventilkamre, maa være tilslebne og ikke samlede ved Pakning. Begge Plejlstangslejer bør være efterspændelige. Alle Bøsninger, der ikke er efterspændelige, bør ligesom Tappene være af

hærdet Staal, ligeledes alle de Regulatordele, imellem hvilke der under Maskinens Gang foregaar en Glidning.

Som smaa Vink med Hensyn til Undersøgelsen af en Motors Godhed kan anføres: Se efter, om Gevindet er godt skaaret, om Nøglerne passer, om Møttrikker, der tit skal løsnes, er indsatte og hærdede, om Cylinderen med tilhørende Dele er godt udrenset for Støbesand; se navnlig efter paa Steder, der som Ventilhusene er vanskeligt tilgængelige. Fabrikanter, der leverer godt Arbejde, vil ikke forsømme disse Punkter, dersom den øvrige Del af Maskinen er godt Maskinarbejde.

Motoren maa være let at sætte i Gang og maa ikke bruge for stor Kraft ved Tomgang. Ved Motorer, der arbejder med Udsættere, kan man regne med, at de, efter deres større eller mindre Indløbning, maa kunne tage 8—10 Udsættere for hver Eksplosion, naar de løber uden Belastning. Motoren maa kunne løbe lydløst uden for megen Klapren af de bevægende Dele, og uden at der under Maskinens Gang høres dumpe Slag i Maskinens Indre; det sidste vil ofte tyde paa, at Maskinen er for spinkel bygget i Forhold til den anvendte Sammentrykning før Tændingen.

Motorens Pasning.

Motorens Pasning ud over den daglige Drift med Igangsætning, Stopning, Efterfyldning af Smøreglas m. m., bestaar i Eftersyn og Rensning udvendig og indvendig af Motoren med tilhørende Dele og

lejlighedsvis Slibning af Ventilerne. Den udvendige Rensning bestaar i en Aftørring af Maskinen efter Brug samt Fjernelse af Rust paa denne, saaledes som enhver, der holder af sin Motor, er vant til at udføre. Ved den indvendige Rensning maa man skelne mellem det periodiske Eftersyn af Maskinens let tilgængelige Dele og Hovedeftersynet, hvorved man ogsaa udtager Stemplet. Det første maa finde Sted mindst hver 10. Uge for Lysgasmotorer, hver 8. Uge for Sugegasmotorer, hver 6. Uge for Petroleumsmotorer og hver 4. Uge for Raaoliemotorers Vedkommende. At vente med Adskillelse og Eftersyn af Motorerne, indtil de ikke kan løbe mere, er ganske forkasteligt, idet det gaar ud over Maskinernes Levedygtighed. Ved hver anden Rensning af Motorerne foretager man samtidig det ovenfor omtalte Hovedeftersyn.

Rensningen bestaar i en Afvadskning med Petroleum, lejlighedsvis Afskrabning af de i Motorens Indre, navnlig paa Bagsiden af Stemplet og i Ventilhuset, afsatte Oliekoks. Man maa dog heller ikke glemme at efterse og rense Glødehoved, Udstødningspotte og Udstødningsledning m. m., navnlig vil en Indsnævring af den sidste vise sig meget uheldig for Maskinens Arbejdsydelse. Udstødningsledningen kan som Regel renses ved Gennembrænding, idet man anbringer den ene Ende af Røret i en Esse.

Samtidig med Rensningen foretages Eftersyn af Ventilerne. Man skiller disse fra deres Forbindelse med Motorens løbende Dele og vadsker Ventil og Sædet godt af med Petroleum; samtidig ser man

efter, om der ikke paa Tætningsfladerne skulde sidde fasthamret fremmede Dele som Glødeskaller o. l., der da maa fjernes ved Hjælp af en Skraber eller lignende. Man gaar nu i Gang med at undersøge, om Ventilerne er tætte. Dette kan ske ved at benytte Mærkerødt, som man smører i et tyndt Lag paa Ventilen, førend man anbringer den paa Sædet. Hvor den da paa Sædet afsætter rødt, gaar de 2 Dele for tæt paa hinanden, medens der paa andre Steder slipper Luft igennem. Det gælder nu om at fjerne det Materiale, der staar for langt frem og derfor er mærket rødt. Men førend man giver sig i Lag med en Tilskrabning, maa man forvisse sig, om man skal skrabe paa selve Ventilen eller paa Ventilsædet, idet Ventilsædet godt kan være rundt, og Afmærkningen skyldes Fremspring paa selve Ventilen. For at undersøge dette, tørrer man endnu en Gang Ventil og Ventilsædet rene, forsyner Ventilen med Mærkerødt og anbringer den igen paa Plads imod Ventilsædet, men dog saaledes, at Ventilen er drejet en ret Vinkel. Hvis Ventilen nu mærker Ventilsædet paa samme Steder, er det Ventilsædet, der er urundt, og som skal skrabes.

Skrabningen udføres med en alm. Fladskraber, idet man naturligvis maa arbejde med fornøden Forsigtighed. Naar man ved Skrabningen er kommet saa langt, at Ventilen begynder at mærke hele Vejen rundt, kan man begynde med Indslibningen af de to Dele. Indslibningen foregaar enten med Anvendelse af middelgroft Smergelpulver, eller bedre med Karborundumpulver og foretages, idet man paa Ven-

tilen, der er indsmurt i Olie, drysser lidt af Slibemidlet. Man anbringer nu Ventilen paa Plads, drejer den smaat frem og tilbage paa Stedet, idet man for hver Drejning samtidig løfter Ventilen lidt for at fordele Slibemidlet over hele Ventilsædet.

Man drejer derpaa Ventilen et lille Stykke frem og fortsætter med Slibningen paa Stedet saaledes, at man efterhaanden kommer hele Ventilsædet rundt. Nu tager man Ventilen af, visker de paasiddende Dele af, anbringer Ventilen igen paa Plads og sliber videre med Resten af det paa Sædet siddende Slibemiddel. Naar man igen er kommet rundt, tager man Ventilen op og visker baade Ventilen og Ventilsædet rene. Ventilen vil nu sædvanligvis være i Orden, men man maa selvfølgelig endnu en Gang undersøge, om den er tæt, førend man stoler paa den.

Dersom Ventilen er kendelig urund, maa man dog foretage en Afdrejning af denne, da en Indslibning paa denne Maade forudsætter, at en af Delene er runde.

Ved Udtagning, Indsætning og Rensning af Stemplet gælder det om, at Stempelringe og Tætningsflader ikke kommer til at lide Overlast. Ved Rensningen af det udtagne Stempel benytter man sig ligesom ovenfor af Petroleum.

Dersom det skulde vise sig, at enkelte Stempelringe skulde have sat sig fast, blødgør man de sammenklæbede Oliekoks med Anvendelse af Petroleum, eventuelt ved over de Dele, der sidder fast, at lægge en Haandfuld Tvist, gennemtrængt af Petroleum.

I de fleste Tilfælde vil dette være tilstrækkeligt, saaledes at man kun rent undtagelsesvis behøver at foretage en Adskillelse af Stemplet ved Udtagning af Stempelringene. Hvis dette er nødvendigt, maa man foretage det med tilbørlig Omhu saaledes, at Ringene ikke forbøjes. Bedst sker dette ved, at man med en Krog løfter den ene Ende af Stempelringen op og skyder et Stykke Blik ind under denne; ved at skyde Blikket til Side, kan man anbringe et nyt Stykke Blik, og saaledes videre, indtil Ringen hviler paa en hel Række af Blik, der tjener til at bære Ringen, naar den for Haanden føres ud over Stempellegemet. De samme Blik benyttes under Indsætningen af Stempelringen igen.

For at faa Stempelringene til at gaa ind i Cylinderen uden at støde deres Sideflader, der sammen med Stempellegemet skal danne Tætning for Forbrændingsluften i Maskinen, lægger man ved Indsætningen en Strop af Sejlgarn omkring hver enkelt Ring saaledes, at man kan snøre dem sammen, efterhaanden som man skal have Ringen til at gaa ind i Cylinderen. Denne Forholdsregel er dog ofte unødvendig ved mindre Motorer, da de er forsynede med skraa Forboringer, hvorved Indglidningen lettes.

Smøreolie.

Ordsproget: „Hvem der smører godt, kører godt", passer ikke ganske for Motorbrug, idet man snarere maa holde paa Reglen: „Smør lidt, men godt". Rent bortset fra, at en oliedrivende Motor ikke gør noget

heldigt Indtryk, vil en overdreven Smøring paa enkelte Steder, saaledes i Cylinderens Indre, kun forvolde Skade, idet Olielaget paa Cylindervæggen eller paa Toppen af Stemplet bliver saa tykt, at det ikke kan køles tilstrækkeligt af de kolde Vægge i Maskinen og derfor fortjærer til Skade for Motorens Gang.

Paa den anden Side maa der selvfølgelig smøres tilstrækkeligt, og navnlig maa man anvende passende Smøremidler. Til den udvendige Smøring, — herfra dog undtagen de Dele, der løber i 2-Takts Motorens lukkede Krumtaphus — kan anvendes Olier af sædvanlig Art, saaledes som de bruges til andre Maskiner, hvorimod man til indvendig Smøring kun maa anvende Olier, der er særlig fremstillede til dette Brug saaledes, at de har tilstrækkelig højt Flammepunkt og en ikke tjærende Forbrænding.

At undersøge Olien paa egen Haand er forbundet med ret betydelige Vanskeligheder, man maa her hellere holde sig til gode, paalidelige Firmaer og ikke tage Hensyn til, om der lejlighedsvis af omrejsende Agenter kan faas en noget billigere Olie. Det er forholdsvis nemt i Løbet af kort Tid ved Brug af daarlige Smøremidler at faa en Motor slidt op, hvorfor Fabrikanten ofte i Garantien indsætter en Bestemmelse om, hvilken Smøreolie der skal anvendes.

Brugen af en urigtig Smøreolie viser sig ved Adskillelsen af Motoren, idet der har afsat sig tykke Lag af Oliekoks paa Stemplet og den Del af Cylinderfladen, der ikke bestryges af Stemplet, medens

Løbefladen for Stemplet ikke er ensformigt dækket med et Olielag, men viser store tørre, ofte stærkt slidte Pletter. Dersom Motoren er noget utæt, vil en urigtig Olie give sig til Kende ved, at Motoren ryger mere omkring Stemplet, end den gør ved Brugen af gode Olier. Imidlertid bør man dog, som ovenfor nævnt, holde sig fra at prøve paa egen Haand, men hellere give et Par Øre mere for sin Olie og være sikker.

Fejl ved Motorer og hvorledes de findes.

Naar man sammenligner Eksplosionsmotorer med Dampmaskiner, er det iøjnefaldende, at Dampmaskinen maa være langt mindre udsat for Driftsforstyrrelse end disse. Dampmaskinen har sin Bevægkraft, Dampen, til Stede i praktisk talt ubegrænset Mængde, hvorimod Eksplosionsmotorer ingen Reserve har, men selv skal forberede sin Drivkraft for hvert Slag, det vil sige, skal for hver Gang indsuge og sammentrykke Forbrændingsluften, tænde og forbrænde en vis, ringe Mængde Brændstof. Udebliver eller forsinkes en af disse Virkninger, kan Motoren ikke arbejde. Udebliver Tændingen, da vil Motoren kun bringe sin Ladning fra Sugeventil til Udstødningsventil, uden at den kommer til at virke. Er Motoren utæt, vil den ikke kunne sammentrykke Ladningen saa stærkt, at vi faar tilstrækkelig ringe Brændstofforbrug, og under Tændingen vil en Del af Ladningen undvige saaledes, at Motoren ikke vil yde tilstrækkelig Kraft.

Anderledes gaar det med Dampmaskinen, her vil en Utæthed ved Stemplet som Regel kun foraarsage et uforholdsmæssig stort Dampforbrug, men Maskinen vil ikke gaa forholdsvis saa langt ned i Ydelse.

En stor Del af de Fejl, der optræder ved Eksplosionsmotorer, kan dog forebygges ved en omhyggelig Pasning, saaledes som foran beskrevet, ligesom man ogsaa ved Køb af Motorer ved at dreje disse rundt for Haanden og mærke Modstanden samt iagttage de Tidspunkter, hvor de enkelte Afsnit i Maskinens Arbejde indtræffer, i mange Tilfælde paa Forhaand vil kunne sikre sig imod en Del Fejl ved disse. Men har man en Gang anskaffet en Motor, og denne nægter at arbejde tilfredsstillende, gælder det om ved en Undersøgelse af Motoren at finde, hvori Fejlene ligger og søge at faa dem rettede. Man maa i Virkeligheden, for at kunne have med Motorer at gøre, specialisere sig noget, blive Motordoktor med Kendskab til Motorens Bygning og Motorens Fejl, ligesom en Dyrlæge maa kende til Dyrenes Bygning og deres Sygdomme.

Det første, man gør, naar man staar overfor en Motor, der ikke arbejder tilfredsstillende, er at dreje den langsomt rundt for Haanden, for at se, hvordan de enkelte Afsnit i Motorens Arbejde indtræffer og for at undersøge, hvorvidt Motoren er utæt eller ej. Er Motoren utæt, maa man undersøge, om Utætheden skyldes Ventilerne. Fejl i denne Henseende rettes som tidligere omtalt. Har man Lejlighed dertil, maa man undersøge, om Utætheden skyldes Stemplet. Naar man saaledes udtager Stemplet og

ser, at Stempelringene er pletvis slidte, medens lange Strækninger paa disse er sortbrune, saaledes som Metallet i Motorens Indre bliver, naar det ikke udsættes for Slid, er det Stemplet, der er utæt. Hvis de blanke Pletter paa Stempelringen ligger paa samme Steder i Forhold til Omkredsen, er Cylinderen efter al Rimelighed urund, og er Urundheden kendelig ved Eftermaaling med Spærmaal, maa Cylinderen afdrejes. Er Cylinderen rund, vil Tætning ofte kunne opnaas ved Udveksling af Stempelringe; man maa ogsaa se efter, hvordan disse ligger og navnlig, om de passer i Stemplets Noter og ligger saaledes sikrede, at Aabningerne mellem de to Ringender ligger godt forskudte for hinanden, ved liggende Motorer paa den øverste Halvdel af Stemplet.

Naar alting er i Orden, og Maskinen er tæt, vil der i de fleste Tilfælde, naar Motoren tidligere har arbejdet tilfredsstillende, ikke være noget i Vejen. Er der ikke Tid til en Undersøgelse af denne Art, kan man i de fleste Tilfælde af Motorens Gang slutte sig til de Fejl, den lider af. Vi kan indbefatte disse under enkelte Hovedafsnit.

I. *Motoren nægter at gaa i Gang.* Grunden hertil kan være forskellig.

a) *Motoren mangler Luft eller Brændstof,* se derfor efter, om der er lukket op for Gashane eller Petroleumsledning m. m., og undersøg, om disse ikke er forstoppede. Er der Brændstof til Stede, — se efter, om der ikke er Hindringer i Luftledningen eller prøv, om der ikke er for meget Brændstof til Stede, ved at lukke delvis af for Brændstof-

fet ved Motorer, der arbejder med Forstøver, hvorigennem Brændstoffet trækkes ind ved Sugning i Cylinderen. Motoren skal da sættes i Gang med helt aaben Luftventil.

b) *Motoren tænder ikke.* Grunden hertil kan være, at Glødehovedet eller Tænderøret ikke er varmt nok, eller at der i Glødehovedet sidder et Lag Oliekoks, der forhindrer Varmen i Glødehovedet i at forplante sig til dettes Inderside. Ved Gløderør kan det skyldes, at den snævre Tændkanal er forstoppet. Har Maskinen elektrisk Tænding, undersøg da, om denne er i Orden. Den nemmeste Maade at gøre dette, er at holde en Finger paa hver af de to Poler og bedømme Styrken af det Stød, man faar, naar man lader Tændingen gaa for sig ved at lade Induktorankeret svippe tilbage fra den Yderstilling, der svarer til den, hvori Maskinen selv bringer Ankeret, umiddelbart før Tændingen finder Sted. Udebliver det elektriske Stød, maa man se efter, om Ledningen er knækket, eventuelt tillige om der paa Tændstykkets Inderside er Vandbeslag eller Oliekoks, der dækker over Isolationen.

II. *Motoren gaar i Gang, men bliver staaende efter enkelte Tændinger.*

a) Denne Fejl indtræffer særlig om Vinteren ved Motorer med elektrisk Tænding, naar Motoren er kold, naar den sættes i Gang. Ved Forbrændingen i Motoren udvikles der nemlig en Del Vanddampe, der kaster sig over de kolde Vægge i Maskinens Indre, hvoriblandt ogsaa Indersiden af Tændstykket, saaledes, at der opstaar et Vandlag, der danner en

ledende Forbindelse for Elektriciteten uden om det Sted, hvor Gnisten skal dannes. Denne Fejl kan forholdsvis nemt rettes ved at opvarme Tændstykket, før Maskinen gaar i Gang, ved Sugegasmaskiner for Eksempel ved at lægge den ind paa Gasgeneratoren.

b) Ledsages Fejlen af Stød i Sugeledningen eller i Udblæsningsrøret, ligger Fejlen i, at Ventilerne af en eller anden Grund gaar trangt i deres Styring eller bliver hængende; man maa da smøre Indsugningsventilen eller give lidt Petroleum til Udstødningsventilen for at løsne mulige fastsiddende Oliekoks. Nogen Smøring med Olie af Udstødningsventiler maa ikke finde Sted, da de under Arbejdet bliver saa varme, at Olien bliver forkokset.

III. *Igangsætningen sker, om end med Besvær. Tændingen udebliver med Mellemrum. Motoren giver for ringe Kraft.*

a) Ved Motorer med Glødetænding skyldes dette ofte, at Tændingsdelene ikke er varme nok. Motoren vil da samtidig sode stærkt.

b) *Ladningen er for mager.* Der er saaledes ikke lukket tilstrækkelig op for Brændstoffet eller Gassen, særlig kan Sugegas være af daarlig Beskaffenhed. Dette undersøges ved Sugegasmaskiner med Prøvehaner, der, naar Blæseren drejes rundt, skal kunne udsende en stadig brændende, blaalig, svagt rødlig Flamme. Ofte kan man hjælpe noget herpaa ved for en kort Tid at lukke noget af for Maskinens Lufttilgang.

c) *Fjederen paa Udstødningsventilen er for svag*

eller knækket. En Del af den gamle Ladning vil ved Udsugningen blive ført tilbage til Maskinen og saaledes fortynde den indsugede Ladning.

IV. *Motoren løber uregelmæssigt.*

a) *Regulatoren er i Uorden*, sædvanligvis paa Grund af manglende Smøring. Man forsøger, ved under Maskinens Gang at kaste en Pøs Olie ind i Regulatoren, at faa bragt den manglende Smøring tilveje. Hjælper dette ikke, maa man, efter at Maskinen er stoppet, søge at udvadske Regulatoren med Petroleum, tørre den godt efter og smøre den grundig. Man maa her passe paa ved Hjælp af Smøreolie at faa bortvadsket Petroleumen, da denne senere under Maskinens Gang vil fordampe og foraarsage, at de usmurte Dele kommer til at gnave paa hinanden.

b) Hvor Maskinen arbejder med Udsætterregulering, og Udsætningen foregaar ved Glipning, kan de Kanter, hvorover Glipningen sker, være saaledes slidte, at Maskinen kommer til at tage Udsætter eller Arbejdsslag i urette Tid. Disse Dele bør da rettes.

V. *Maskinen afgiver for lidt Kraft.*

a) Tændingspunktet ligger for tidligt; der vil da som Regel lyde dumpe Stød i Maskinen for hver Omdrejning. Ved elektrisk Tænding kan denne Fejl rettes ved at forlægge Tidspunktet for Tændingen, saaledes at Maskinen tænder senere. Hvor Maskiner arbejder med Glødetænding, kan Fejlen modvirkes noget ved Forøgelse af Rummet bag ved Stemplet under Sammentrykningen, f. Eks. ved et større Glø-

dehoved. Hvis der paa Maskinens Stempel er anbragt den saakaldte Kompressionsplade, kan man fjerne eller formindske Tykkelsen af denne. Hvis der mellem Plejlstangen og Panderne ved Krumtapsøjlen er anbragt Mellemlæg, kan man fjerne disse.

b) Ved Maskiner, der arbejder med selvvirkende Indsugningsventil, kan Fejlen skyldes, at Fjedrene er for løse, saaledes, at der tabes Ladning, idet Ventilen ikke kommer til Ro for Enden af Indsugningsslaget, men hopper i sit Sæde. Omvendt kan Indsugningsventilens Fjeder ogsaa være for stram, saaledes, at Ventilen kun aabnes, naar der er et væsentligt Undertryk i Cylinderen, hvorved der strømmer for lidt Luft ind.

c) Der er Utætheder omkring ved Stemplet, hvad der viser sig ved, at der under Maskinens normale Gang stadig undviger en Del Ladning omkring ved Stemplet. Der er Utætheder ved Ventilerne af lignende Art som ovenfor nævnt.

d) Der bruges en urigtig Smøreolie i Cylinderen, saaledes at der danner sig Tjære i Cylinderens Indre. En god Cylinderolie giver sig til Kende ved, at der, naar man, efter at Maskinen er standset, tager Dækslet af, viser sig et ensformigt, temmelig tykt Olielag langs Cylindervæggen, uden at dette er afbrudt af bare Pletter. Alt andet lige er den Cylinderolie bedst, der gør Utæthederne omkring Stemplet mindst.

e) Forstoppelse i Udstødningsrøret. Dette hænder navnlig ved Petroleumsmotorer, hvor man kan træffe Udstødningsrør, der er formindskede til $^1/_4$ af deres oprindelige Lysning, hvorved Maskinen faar Vanske-

lighed ved at slippe af med den gamle Ladning, saaledes at en Del af denne bliver staaende i Cylinderen til det følgende Slag. Som tidligere omtalt under Maskinens Pasning, bør Udstødningsrøret renses, hver Gang Maskinen renses. Af og til kan en Udbrænding i Essen være nødvendig.

f) De enkelte Tidspunkter i Maskinens Arbejde indtræder til urigtig Tid, idet Styrehjulene ikke indgriber rigtigt. Dette vil naturligvis ogsaa vise sig under den Undersøgelse af Motoren før Igangsætningen, vi tidligere har omtalt.

g) Forstoppelse af Sugeledningen eller daarlig Gas.

VI. *Motoren standser under Gangen.* Dette kan indtræde ved en videre Udvikling af en af de tidligere omtalte Fejl. Af særlige Forhold maa mærkes:

a) *Tændingen er i Uorden.* En Ledningstraad til den elektriske Tænding er knækket. Gasflammen til Gløderøret er slukket eller slaaet ned. Gasmaaleren mangler Vand saaledes, at Vandstandens Ventiler i denne lukker. I det sidste Tilfælde kan man paa egen Haand fylde Vand paa Maaleren, blot at man bærer sig ad paa samme Maade som Maalerkontrolløren.

VII. *Der lyder Stød i Maskinen under dennes Gang.* Disse Stød skyldes Fortændinger. Naar Tændingen iøvrigt staar rigtigt, er denne Fejl noget af det vanskeligste at fjerne fra Motoren. Af Grunde dertil kan anføres:

a) Der danner sig langsomt brændende Blandinger, navnlig i Kroge af Motoren, f. Eks. i Indikatorboringen, hvor Udfyldningsproppen ikke er anbragt igen,

eller fra Toppen af Stemplet ved staaende Motorer, hvor Skruehullet til at anbringe Øjebolten for Stemplets Udtagelse ikke er lukket m. m.

b) Tændingen skyldes Anvendelse af urigtig Smøreolie, der bryder i Brand, og hvis Forbrænding vedvarer ind i Suge- og Sammentrykningsslaget.

c) Motoren eller Glødehovedet er blevet for varm. I det sidste Tilfælde tilsættes ved 2-Takts Motorer Vand, i det første forøges Kølevandsmængden.

d) Motoren er uren, og navnlig har der paa Toppen af Stemplet samlet sig et tykt Lag af Oliekoks, der under Maskinens Gang er kommet i Glød, og som nu fortsætter med at tænde Ladningen i urette Tid.

e) Motoren er urigtigt pakket, saaledes, at der ud fra Samlingen ind i Cylinderrummet rager Pakningsdele, der under Motorens Gang er blevet glødende, og som nu vedblivende tænder Ladningen i urette Tid.

Prøvning af Motorer.

Da vort Land i Forhold til sin Udstrækning har et ganske overvældende Antal Motorfabrikanter, og Forbruget af Motorer er meget stort, er Handelen med disse en meget vigtig Sag for tekniske Forretninger og for Motorfabrikkernes stedlige Repræsentanter, der som Regel samtidig er den stedlige Smed. Medens Handelsmanden mange Gange med god Samvittighed i Mangel af bedre Kendskab kan forrose en Handelsvare, altsaa i dette Tilfælde Mo-

torer, og paa Grund af sine Talegaver, muligvis understøttet med Midler af endnu mindre Værdi, kan faa ulykkelige Forbrugere til at købe Motorer, der langtfra svarer til Hensigten og til de Løfter, der bliver givet ved Handelens Afslutning, er en samvittighedsfuld Haandværker paa mange Maader daarligere stillet, idet han ikke uden at omgaas paa letfærdig Maade med Sandheden og med sit eget Ry som Maskinmand kan tage Kampen op imod Handelsmanden, for hvem enhver Ros af Varerne i mange Tilfælde paa Grund af Uforstand er tilgivelig. Det vil derfor være til Held for danske Motorfabrikanter, om man en Gang for alle kunde blive enige om ikke at sælge Motorer, uden at der forelaa paalidelige Prøver med disse eller med Fabrikatet. Som en Slags Retledning i denne Henseende kan vi hidsætte følgende Regler, der i temmelig uforandret Stand har været benyttet under Fagskolens Motorprøver i Foraaret 1910. Det gælder om gennem Prøverne at faa saa godt et Indblik i Driftssikkerhed, Olieforbrug m. m. som muligt under forskellige Belastninger. Hvorledes derte er opnaaet, vil kunne ses af Reglerne.

Kbhvn. - Nielsen & Lydiche (Axel Simmelkiær)

DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK
m 0070167 00
300002281868

POLYTEKNISK
Teknisk Bibliotek
LÆREANSTALT

FAGSKOLEN FOR HAANDVÆRKERE OG MINDRE INDUSTRIDRIVENDE
(TEKNOLOGISK INSTITUT)

FORBRÆNDINGS-MOTORER

VED

E. THAULOW
DOCENT VED POLYTEKNISK LÆREANSTALT

KØBENHAVN
TRYKT HOS NIELSEN & LYDICHE (AXEL SIMMELKIÆR)
1911

TB Gl,
621.43 Thia

(i Konvolut)

1926/189

Forbrændingsmotorer omfatter en Række af Kraftmaskiner, som udvikler Arbejde af Varme, der dannes ved en Forbrænding i selve Maskinen. Virkningen beror paa, at en Blanding af Luft og Brændstof, der er indespærret i Motorens Forbrændingsrum — Rummet mellem Cylinderens Bund og Motorens Stempel, naar dette er i sin inderste Stilling — pludselig antændes og forbrænder, hvorved den dannede Røgluft opvarmes meget stærkt. Da denne er indespærret og ikke frit kan udvide sig, stiger Trykket meget stærkt og driver Stemplet udefter.

For at der ikke skal gaa Brændstof til Spilde, maa Forbrændingen være saa fuldstændig som muligt, og samtidig maa den foregaa i meget ringe Tid, en Brøkdel af den Tid, der medgaar til Udførelsen af et enkelt Stempelslag, for at Trykket kan komme til at virke i rette Tid. Dette nødvendiggør Anvendelsen af et luft-, damp- eller støvformigt Brændsel, der i Tændingsøjeblikket kan være ensformigt blandet med Forbrændingsluft. I en god Forbrændingsmotor foregaar Forbrændingen da ogsaa saa pludseligt, at den udenfor Cylinderen vilde have haft Karakter af en Eksplosion. Motorerne benævnes derfor ofte Eksplosionsmotorer, selv om Forbrændingen naturligvis er ganske regelbunden og ganske savner de ødelæggende Virkninger, man i Regelen forbinder ved Begrebet Eksplosion.

Efter at Tændingen er sket, og Forbrændingen foregaaet, benyttes det udviklede Tryk som anført til at bevæge Stemplet udefter. Samtidig aftager naturligvis den indespærrede Lufts Tryk, og naar dette er faldet saa meget, at Motoren ikke længere kan nyttiggøre det udviklede Arbejde, lader man Røgluften strømme bort. Jo større Tryk, man opnaar ved Forbrændingen af en vis Mængde Brændsel, desto mere Arbejde kan Luften afgive under den paafølgende Udvidelse, og desto mindre Brændsel bruger Motoren til at udføre et vist Arbejde. Sammentrykkes den brændbare Luftblanding, før Tændingen sker, vil Trykket under Forbrændingen vokse i samme Forhold som Sammentrykningen.

Man vinder herved tillige, at Rumfanget af Luften bliver mindre, saaledes at de enkelte Brændselsdele har lettere ved at komme i Forbindelse med Forbrændingsluften. Desuden vil selve Tændingen, der bruger en vis Tid til at forplante sig, faa kortere Vej at tilbagelægge, før hele Blandingen er antændt. Forbrændingen bliver derved fuldstændigere og foregaar i kortere Tid, hvorved Trykket kommer til at virke med sin fulde Styrke allerede paa den allerførste Del af Stemplets Vandring.

Ved enhver moderne Forbrændingsmotor kan man derfor skelne mellem følgende Afsnit;

1) *Fremstilling af en Blanding af Luft og Brændstof,* den saakaldte *Ladning.*

2) *Sammentrykning af Ladningen,* efterfulgt af en Tænding og Forbrænding.

3) *Udvidelse af Røgluften under Arbejdsslaget,* efterfulgt af en Afstrømning af Røgluften ved Enden af Slaget.

4) *Uddrivning* af Resten af den brændte Ladning.

Fremstillingen af den brændbare Blanding af Luft og Brændsel og Indbringelsen af denne i Motorens Forbrændingsrum kan ske paa forskellige Maader. Man skelner i denne Henseende mellem 2 Hovedtyper af Motorer.

a) *4-Takts Motorer,* hvor Motorens Cylinder samtidig benyttes som Pumpe til Indsugning af Ladningen og navnlig af Forbrændingsluften.

b) *2-Takts Motorer,* hvor Indsugningen besørges af en særlig Pumpe, som Regel det lukkede Krumtaphus, hvorfra Luften ved Enden af Stemplets Arbejdsslag under Tryk strømmer over i Cylinderen, hvorfra den uddriver Resten af den sidst brugte Ladning.

Brændslets Indførelse skal senere omtales.

a) *4-Takts Motorer.*

En 4-Takts Motor er vist skematisk i Fig. 1. Figuren viser Maskinen i Snit som en encylindrisk, enkelt virkende, liggende Maskine med Plungerstempel og forsynet med Indsugnings- og Udstødningsventil. Spiralen angiver Stillingen af Maskinens Krumtap ved de forskellige Afsnit af Maskinens Arbejde. Idet vi følger rundt med Spiralen i Pilens Retning, faar vi følgende Takter eller Hovedafsnit:

1. Takt. Stemplet gaar udefter, Indsugningsventilen aabner sig og Maskinen *indsuger Ladningen.* For Enden af Slaget lukker Indsugningsventilen sig.

2. Takt. Stemplet gaar indefter og *sammentrykker Ladningen,* idet begge Ventiler ere lukkede. For Enden af Slaget sker Tændingen,

og Forbrændingen vedvarer, indtil Stemplet er kommet noget ind i den paafølgende Takt.

3. Takt. Stemplet trykkes udefter af den ved Forbrændingen opvarmede og stærkt spændte Røgluft, hvorved Maskinen udvikler sit *Arbejde.* Før Stemplet er kommet i sin yderste Stilling, aabnes der for Udstødningsventilen, og en Del af de indelukkede Gasarter undslipper.

4. Takt. Stemplet gaar tilbage og *uddriver* Resten af Røgluften. For Enden af Slaget lukker Udstødningsventilen, og Cylinderen er nu klar til at modtage ny Ladning.

Man ser heraf, at Motoren kun afgiver Arbejde for hver fjerde Takt, medens de øvrige 3 Takter i Virkeligheden maa betragtes som

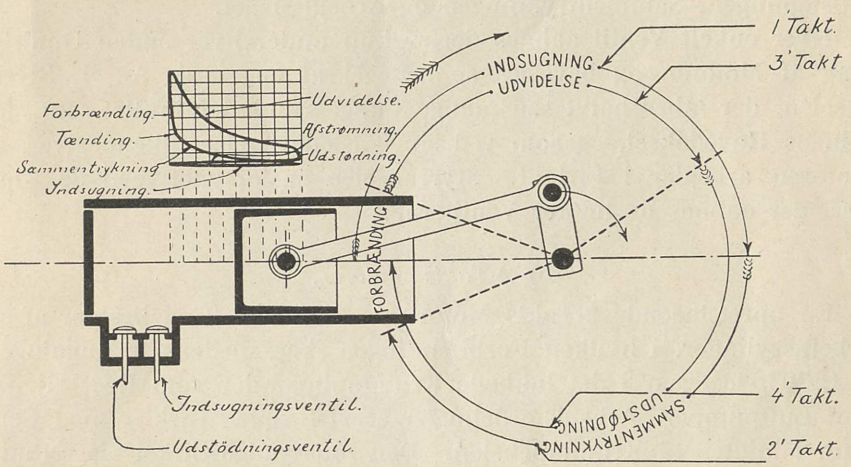


Fig. 1.

Forberedelser til Arbejdsslaget. Ved enkelte Motorer kommer hertil endda yderligere 2 Takter, der benyttes til Indsugning og Udjagning af ren Luft, de saakaldte *Skylleslag,* for helt at fjærne den brændte Ladning, der virker uheldig paa den fuldstændige Forbrænding af den indsugede Ladning. Maskiner af denne Art, de saakaldte 6-Takts Motorer, benyttes dog meget sjældent.

Ovenover Tegningen af Maskinens Cylinder er anbragt det saakaldte Diagram, der viser Trykkets Variationer i Motorcylinderen. Diagrammet er fremkommet ved, at man ud fra en ret Linie, der er lige saa lang som Stemplets Slag, for hver enkelt Stempelstilling afsætter tilsvarende Tryk efter en eller anden Maalestok. Man ser heraf, at Trykket under Indsugningen er lidt under Atmosfærens Tryk og først naar dette under den paafølgende Sammentrykning. Under denne stiger Trykket raskt, indtil det naar 3 à 5 Gange Atmosfærens Tryk, noget før Stemplet har naaet sin inderste Stilling. Nu sker Tændingen, og Trykket stiger meget stærkt indtil lidt ind i

det følgende Slag, hvor Forbrændingen er afsluttet. Nu drives Stemplet udefter, Luften udvider sig, og samtidig falder Trykket, først forholdsvis hurtigt, senere langsommere, indtil Afstrømningen begynder. Under Afstrømningen falder Trykket raskt og naar omtrentlig ned til Atmosfærens Tryk ved Enden af Stemplets Bevægelse. Under den paafølgende Uddrivning af Luften er Trykket paa Grund af Luftmodstandene i Udstødningsventilen og Udstødningsrøret noget over Atmosfærens Tryk. Trykket falder til noget under Atmosfærens Tryk, idet Motoren igen begynder at indsuge den friske Ladning. Under Indsugningsperioden er Indsugningsventilen aaben, under Sammentrykningen, Arbejdsslaget og Udstødningen derimod lukket. Under Udstødningen er Udstødningsventilen aaben, men lukket under Indsugningen, Sammentrykningen og Arbejdsslaget.

Hver enkelt Ventil aabnes derfor kun under hver anden Omdrejning af Motoren og bevæges som Regel af en særlig Aksel, Styreakselen, der løber halvt saa mange Gange rundt i Minuttet som Maskinens Hovedaksel, og som ved sin Tilstedeværelse tilkendegiver, at Motoren arbejder i Firtakt. Styreakselen er forsynet med de Knaster, der aabner og lukker Ventilerne.

b) *2-Takts Motorer.*

En opretstaaende 2-Takts Motor er vist i Fig. 2 og bestaar af en Arbejdscylinder, i hvilken Forbrændingen sker, medens Indsugningen af Luften foregaar i det lukkede Krumtaphus, der som Regel tjener som Luftpumpe. Arbejdsfordelingen er vist ved 2 Cirkler med Centrum T Midten af Krumtapakslen. Den indvendige Cirkel viser Pumpens Arbejde, den yderste Cirkel Arbejdscylinderens. Idet vi begynder med Pumpens Arbejde, faar vi:

1. Takt. Indsugningen af Forbrændingsluften (sjældnere ogsaa Brændsel), idet Stemplet gaar opefter, og Luften strømmer gennem den paa Siden af Krumtaphuset viste Sugeventil.

2. Takt. Sammentrykning af den ny Forbrændingsluft, idet Stemplet gaar nedad, og den selvvirkende Sugeventil lukker. For Enden af 2. Takt passerer Stemplet med sin højre Side forbi Aabningen af den Kanal, der forbinder Krumtaphuset med Arbejdscylinderen, og den friske Luft, der er sammentrykket i Krumtaphuset, strømmer nu over i Arbejdscylinderen, hvor den tvinges af en opad staaende Kam op i Toppen af Cylinderen, medens den gamle Ladning jages ud af Udstødningsaabningerne, der er viste paa Cylinderens højre Side.

Samtidig med at dette gaar for sig, sker der følgende i Arbejdscylinderen:

1. Takt. Den overstrømmede Ladning sammentrykkes, idet Stemplet gaar opad. Før Stemplet naar sin øverste Stilling, sker Tændingen.

№ 5343

2. *Takt.* Stemplet gaar over Dødpunktet og bevæger sig nu nedefter, idet Røgluften trykker paa Stemplet, hvorved der udføres Arbejde. Noget før Stemplet naar sin nederste Stilling, aabner det med sin Kant for Udstødningsaabningerne, og en Del af den brugte Ladning strømmer bort. Resten uddrives af den friske Ladning, der strømmer over fra Krumtaphuset, idet Stemplet i sin nederste Stilling aabner for Overstrømningskanalen fra dette.

Man ser heraf, at Motoren er i Stand til at afgive Arbejde for hver anden Takt.

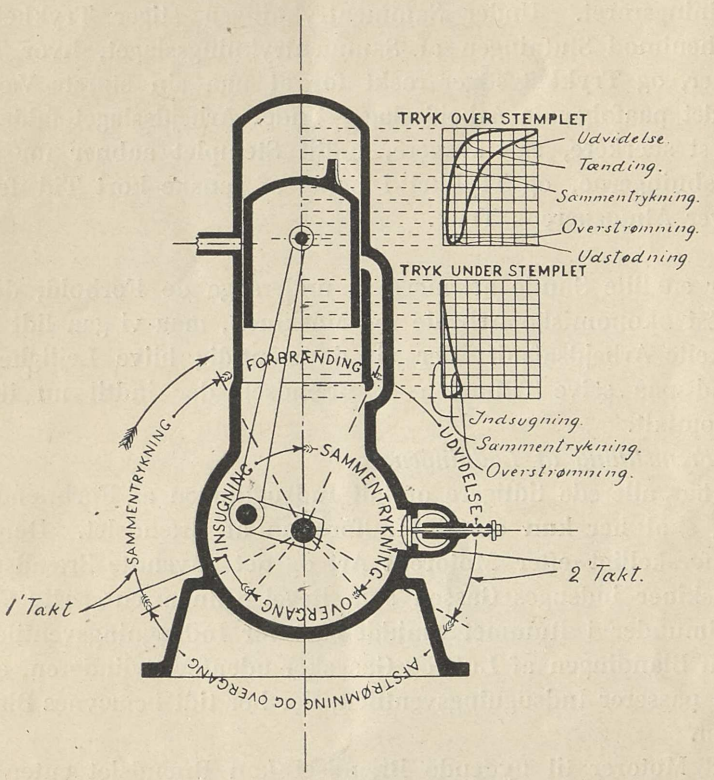


Fig. 2.

Medens 4-Takts Motorer altid er forsynede med Ventiler, er Arbejdscylinderen ved 2-Takts Motorer som Regel ventilløs, idet dog Luftpumpen (Krumtaphuset) som Regel er forsynet med en Sugeventil, der aabner sig under Indsugningsperioden. Indsugningen i Krumtaphuset sker samtidig med Sammentrykningen over Stemplet. Paa samme Maade sker Arbejdsudviklingen i Arbejdscylinderen, samtidig med at Luften i Krumtaphuset sammentrykkes.

Trykkene i Arbejdscylinderen og Luftpumpen er vist paa lignende Maade som ved 4-Takts Motorerne, idet der ud fra en ret Linie, der angiver Stemplets Bevægelse, er tegnet Diagrammer. Disse faar naturligvis et fra 4-Takts Motorerne forskelligt Udseende. Idet vi be-

gynder med Diagrammet for Luftpumpen, ser vi, at Trykket under Indsugningsperioden er lidt under Atmosfærens Tryk og først stiger op til Atmosfærens Tryk noget ind i den paafølgende Sammentrykningsperiode. For Enden af denne, naar Stemplet er i sin nederste Stilling, sker Overstrømningen af Luften til Arbejdscylinderen, og samtidig falder Trykket ned til Atmosfærens Tryk, hvorpaa Luftpumpen indsuger paany. I Arbejdscylinderen er Trykket ved Begyndelsen af Sammentrykningsperioden altid saa meget over Atmosfærens Tryk, som der svarer til Modstandene i Udstødningsaabningerne og Udstødningsrøret. Under Sammentrykningen stiger Trykket jævnt indtil henimod Slutningen af Sammentrykningsslaget, hvor Tændingen sker, og Trykket stiger raskt for at naa sin største Værdi lidt ind i det paafølgende Arbejdsslag. Under Arbejdsslaget falder Trykket først stærkere, saa svagere, indtil Stemplet aabner for Udstødningsaabningerne, og Trykket i Løbet af ganske kort Tid falder til lidt over Atmosfærens Tryk.

For en lille Smule nærmere at undersøge de Forhold, der giver det mest økonomiske Arbejde for Maskinen, maa vi gaa lidt ind paa de enkelte Arbejdsafsnit; der vil da samtidig blive Lejlighed til at gaa ind paa selve Tilførslen af Brændsel, der indtil nu ikke har været omtalt.

1) *Fremstilling af Ladningen.*

Vi har allerede tidligere omtalt Indsugningen af Forbrændingsluften og skal her kun omtale Indførelsen af Brændslet. Denne sker noget forskelligt efter Motorens Art og det anvendte Brændsel. Ved Gasmaskiner indsuges Gassen som Regel gennem en særlig *Gasventil,* der udmunder i Rummet umiddelbart før Indsugningsventilen, saaledes at Blandingen af Luft og Gas sker udenfor Cylinderen, og Blandingen passerer Indsugningsventilen, der her tidt benævnes Blandingsventilen.

Ved Motorer til flydende Brændsel kan Brændslet enten tilføres ved Hjælp af en *Brændselpumpe* eller kan indsuges ved Sugningen i Maskinen gennem en særlig *Forstøver.* Anvendelse af Brændselpumpe er langt den vigtigste og finder Sted ved alle 2-Takts Motorer og de fleste 4-Takts Motorer, der benytter Petroleum, Solarolie eller Raaolie. Brændselpumpen forenes da med Motorens Regulator saaledes, at denne afpasser den tilførte Brændselmængde. Brændslet indføres som Regel med stor Kraft i en fin Straale, saaledes at denne let gaar over i Støvform. Brændslet træffer inde i Cylinderen paa en glødende Væg, Fordamperen, som Regel Væggen i Glødehovedet eller en fremstaaende Kam, der fra Glødehovedet naar ned i Cylinderen, og bliver derved fordampet. Indførelsen af Brændslet sker sædvanligvis samtidig med Indførelsen af den friske Luft, men kan

dog ved 2-Takts Motorer finde Sted et Stykke ind i Sammentrykningsslaget.

Ved Motorer, hvor Brændslet indsuges ved Sugning i Cylinderen, som ved de fleste Benzin- og Spiritusmotorer, finder Indsugningen naturligvis Sted samtidig med Luften, og ligesom for Gasmaskinernes Vedkommende i Rummet foran Indsugningsventilen. Brændstoffet passerer her et Forstøverelement, der som Regel bestaar af en Skrue med undersænket Hoved, paa hvis skraa Flade er indfræset fine Riller, hvorved Brændslet bliver fint fordelt. Hvor Brændslet ved Motorer af denne Art indføres i en varm Fordamper, deler man ofte Indsugningsventilen saaledes, at en Del af Luften sammen med Brændslet indsuges i en varm Fordamper, men Resten af Luften gennem en særlig Luftventil, for at Fordamperen ikke under ringe Belastning eller Tomgang skal blive for stærkt afkølet ved at passeres af hele Luftmængden.

Det gælder om, at Motoren indsuger saa stor Luftmængde i Cylinderen som vel muligt, for at kunne forbrænde saa meget Brændstof som vel muligt, for dermed at udvikle det mest mulige Arbejde. Under Indsugningen sker der en lille Luftfortynding, idet Trykket nødvendigvis maa være noget lavere inde i Cylinderen end udenfor, for at Luften kan strømme ind gennem Indsugningsledningen, Indsugningsventilen m. m., hvad der formindsker Mængden af Forbrændingsluft i Indsugningsledningen. Modstandene bør derfor være saa smaa som vel mulige, for at undgaa større Fortynding end nødvendig; man bør derfor undgaa Knæk, Bøjninger, Anvendelsen af større Rørlængder end nødvendig og af for smaa Rørdimensioner. Ved Benzinmotorer og Sugegasmotorer er man dog af Hensyn til Indsugningen af Brændslet nødsaget til at forøge Luftmodstandene i Sugeledningen.

Indsugningsventilen, hvor denne findes, kan aabnes og lukkes af Motoren selv ved Hjælp af en Knast paa Styreakselen eller ved Hjælp af det Undertryk, der fremkommer under Motorens Sugning. Det sidste er uheldigt og i særlig Grad ved hurtiggaaende Motorer, da det dels kniber med at aabne og lukke tilstrækkeligt hurtigt i Forhold til den korte Tid, der staar til Raadighed, og Lukningen desuden ofte bliver ufuldkommen, idet Ventilen paa Grund af Elasticiteten i Ventillegemet og i Ventilsædet kommer til at hoppe, og derved tillader en Del af Ladningen at undslippe under den paafølgende Sammentrykningsperiode. De Midler, man har til at forebygge denne Hopning, er dels en Formindskelse af Ventilens Løftehøjde, dels en Forøgelse af Ventilfjederens Styrke, men begge Dele virke uheldigt ved at formindske den Luftmængde, der kan indstrømme i Motoren.

Ved 2-Takts Motorer, der — som vi har omtalt — er ventilløse,

giver de korte Perioder for Overstrømningen af den ny Ladning og Afstrømningen af den brugte Ladning samt Sugeventilen paa Krumtaphuset Anledning til Ulemper af lignende Art.

2) *Sammentrykningen og Tændingen af Ladningen.*

Det gælder om at sammentrykke Luften saa meget som vel muligt, d. v. s. idet man dog maa undgaa, at den Opvarmning, der fremkommer ved Sammentrykningen, fremkalder en for tidlig Tænding af Ladningen. I Almindelighed gælder det, at man kan sammentrykke desto mere, jo tyndere Brændslet er, d. v. s. jo større Rumfang af Brændslet, der skal til for at udvikle den samme Varmemængde. Sædvanligvis kan man saaledes sammentrykke stærkere ved Anvendelsen af luftformigt Brændsel end ved støvformigt og dampformigt Brændsel. I Reglen vil man kunne regne med, at den opnaaelige Sammentrykning aftager med Brændslet i følgende Orden:

Sugegas.
Lysgas.
Spiritus.
Benzin.
Petroleum.
Solarolie.

For at kunne sammentrykke saa meget som muligt, nedsætter man af og til Temperaturen i Cylinderen ved Fordampning af Vand, der indsprøjtes i Cylinderrummet samtidig med Indførelsen af Brændslet, uden at man dog her kan sige at have fundet nogen fuldt tilfredsstillende Løsning.

For Enden af Sammentrykningsslaget sker Tændingen og Forbrændingen, der maa være tilendebragt umiddelbart efter, at Maskinen er kommen ind i den følgende Takt. Tidspunktet for Tændingen er afhængig af Ladningens Forbrændingshastighed i Forbindelse med Maskinens Omløbshastighed. Sædvanligvis vokser Forbrændingshastigheden med Brændstoffernes Tæthed og er saaledes større for støvformigt Brændsel end for luftformigt Brændsel.

Tændingspunktet maa derfor vælges desto før, jo mindre Faren er for Fortændingen eller i Rækkefølgen:

Sugegas.
Lysgas.
Spiritus.
Benzin.
Petroleum.
Solarolie.

Desuden er Tidspunktet for Tændingen afhængig af Motorens Hastighed og maa vælges desto tidligere, jo hurtigere Motoren løber,

thi desto kortere Tid staar der til Raadighed for Tændingen og Forbrændingen.

Tændingen kan ved Smaamotorer foregaa paa forskellig Maade. Almindeligst sker Tændingen, navnlig for Petroleumsmotorernes Vedkommende, ved en Berøring mellem den brændbare Blanding og en glødende Væg, sjældnere anvendes elektrisk Tænding.

Den glødende Væg kan enten være et Gløderør, der holdes opvarmet af en Lampe, eller et Glødehoved (Glødekugle), der holdes varm ved Forbrændingen i selve Motoren. Anvendelsen af Gløderør er ældst og finder fortrinsvis Anvendelse ved Gasmaskiner, men lejlighedsvis dog ogsaa ved Petroleumsmotorer. Anvendelse af Glødehoved findes kun ved Petroleumsmotorer. De fleste Glødetændinger og navnlig Glødehovedtændinger, har den Ulempe, at de ikke tænder paa bestemt Tid. Denne Ulempe medfører, at Motoren ikke er i Stand til at benytte saa høje Kompressioner, som man uden Anvendelse af Glødetænding vilde være i Stand til. Tændingen indtræffer saaledes tidligere ved fuld, end ved ringe Belastning, idet Glødehovedet ved fuld Belastning er varmere og Blandingen som Regel ogsaa tættere. Motoren maa derfor bygges saaledes, at Tændingen indtræffer i rette Tid for størst Belastning; men dette vil medføre, at Motoren kommer til at tænde for sent ved mindre Belastning og derfor vil arbejde forholdsvis uøkonomisk. Man forsøger ved flere Motortyper at bøde herpaa ved en Regulering af Vandindsprøjtningen i Cylinderen, saaledes, at Temperaturen af Blandingen nedsættes mere ved stor Belastning end ved lille; men da denne Regulering som Regel sker for Haanden, er dens Værdi til praktisk Brug kun tvivlsom. En Undtagelse herfra danner enkelte Gløderørstændinger, hvor der i Kanalen mellem Gløderøret og Cylinderen er indskudt en Tændingsventil, der aabnes af Motoren i Tændingsøjeblikket.

Den elektriske Tænding tillader højere Kompressioner end den ikke styrede Glødetænding, idet den brændbare Blanding ikke er i Berøring med nogen opvarmet, maaske glødende Væg under Sammentrykningen, men tændes af en elektrisk Gnist, der dannes netop i det rigtige Øjeblik. Den elektriske Tænding kan iøvrigt være indrettet paa forskellig Maade. Man har saaledes den saakaldte Batteritænding, hvor Strømmen leveres fra elektriske Tørelementer eller Akkumulatorer. Denne Tænding er imidlertid uheldig, idet den hyppige Fornyelse af Elementerne giver en Usikkerhed i Motorens Drift. Bedre er Dynamotændinger, hvor Strømmen leveres af en lille Dynamo, der drejes uafbrudt rundt, og hvor Strømmen sluttes og afbrydes i Tændingsøjeblikket. En Del Dynamotændinger lider imidlertid af den Ulempe, at der er mange, stadig løbende Dele, der er stærkt udsatte for Slid.

Den nyeste og bedste elektriske Tænding er den saakaldte Magnet-

tænding, hvor den lille Dynamo, der leverer den elektriske Strøm, kun bevæges, kort før Tændingen indtræffer. Sædvanligvis bevæges Motorens Anker ud til Siden ved Hjælp af et Angreb paa Motorens Styreaksel eller i Forbindelse med denne, og i det Øjeblik, Tændingen skal indtræffe, slipper Angrebet Ankeret, der af en Fjeder rives tilbage til sin Midterstilling. Herved dannes den elektriske Strøm, og idet samtidig 2 Kontakter inde i Motoren, der normalt berører hinanden, pludselig rives fra hinanden, dannes der en Gnistvej, og Ladningen tændes.

3) *Arbejdsslaget.*

Som vi allerede har gjort opmærksom paa, udfører Motoren kun Arbejde i enkelte Takter, og Arbejdet maa derfor fordeles til de øvrige ved Anvendelse af Svinghjul. For at faa saa meget Arbejde som vel muligt af en vis Mængde Brændsel, maa Begyndelsestrykket under Arbejdsslaget være saa stort som vel muligt, hvad vi tidligere har omtalt. Desuden maa Blandingen af Forbrændingsluft og Brændsel være saa fuldstændig som mulig; det er af denne Grund, at Indførelsen af Brændslet som Regel sker samtidig med Indførelsen af Forbrændingsluften, for at give disse Lejlighed til at blande sig inderlig med hinanden. Man kan sædvanligvis ikke gøre Regning paa en saa fuldstændig Forstøvning ad mekanisk Vej, at Forbrændingen i Motoren bliver fuldstændig. Ved Dieselmotoren er dette muliggjort ved Indsprøjtning med Luft, og ved ikke at indbringe Brændslet før i Slutningen af Sammentrykningsslaget og Begyndelsen af Arbejdsslaget opnaar man netop at kunne bruge den for Dieselmotoren saa karakteristiske høje Kompression, der er Hovedgrunden til Dieselmotorens ringe Brændselsforbrug. Noget i denne Retning har man dog med Held forsøgt ved 2-Taktsmotorerne ved en særlig Formning af Glødehovedet, hvorved Luften i dette under Sammentrykningen bliver sat i en stærkt hvirvlende Bevægelse. Under Arbejdsslaget er ved 4-Takts Motorerne begge Ventiler naturligvis lukkede. For Enden af Arbejdsslaget aabnes der for Afstrømningen, for at Trykket i Cylinderen kan faa Lejlighed til at falde til Atmosfærens Tryk, førend Stempelbevægelsen vender, saaledes at Udstødningen kan foregaa med saa ringe Modtryk for Motoren som mulig.

4) *Uddrivning af Resten af den brugte Ladning.*

Uddrivning af den brugte Ladning maa foregaa, uden at Stemplet kommer til at afgive mere Arbejde end højst nødvendigt. Det gælder derfor om, at Ladningen kan slippe bort saa let som muligt, uden at møde Modstande som Knæk, Bøjninger m. m. For at formindske Modstandene, skal man desuden anvende saa store Rørdimensioner som vel muligt, og desuden benytter man sig som Regel af, at Udstødningen kun finder Sted i en enkelt Takt, idet man saa tæt som muligt ved Motoren anbringer en stor Beholder, den saa-

i aldte Lydpotte. Røgluften passerer ud i denne under Udstødningsslaget, men faar i øvrigt Lejlighed til at undvige herfra gennem Resten af Udstødningsledningen under de paafølgende Takter. Det gælder da om, at Lydpottens Rumfang bliver tilstrækkelig stor til at optage hele den fra Cylinderen udstrømmende Ladning, uden at Trykket stiger for stærkt. Under Udstødningsperioden ved 4-Takts Motoren er Udstødningsventilen naturligvis aaben; den lukkes samtidig med, at Indsugningsventilen aabnes i Begyndelsen af Indsugningsslaget.

Reguleringen.

Reguleringen af Smaa-Motorer kan ske paa forskellige Maader, af hvilke det dog vilde være unødvendigt at omtale andre end *Udsætterregulering* og *Ladningsregulering*.

Udsætterregulering er den ældste og endnu den Dag i Dag den mest brugte. Motorerne faar ved denne altid samme Brændselsmængde for hvert Arbejdsslag, hvad enten Motoren løber med fuld, eller delvis Belastning, eller med Tomgang. Løber Motoren med en mindre Belastning, afbryder Regulatoren af og til Forbindelsen mellem Brændselspumpen eller Gasventilen og deres Bevægemekanisme, saaledes at Motoren ikke modtager noget Brændsel og ikke udvikler Arbejde. Naar der ses bort fra den Mængde Forbrændingsluft, der under normal Gang bliver tilbage i Motorens Forbrændingskammer, bliver Blandingsforholdet af Luft og Brændsel ved denne Reguleringsmaade uforandret for hvert Arbejdsslag, og man kan derved sikre sig, at Brændslet bliver forbrændt med størst mulig Økonomi.

Ved Motorer med Forstøver og uden Brændselspumpe bliver Udsætterreguleringen dog ofte iværksat paa anden Maade. For Eks. kan Udstødningsventilen holdes fast i aaben Stilling, saaledes at den gamle Ladning suges tilbage, eller Udstødningsventilen kan holdes lukket, hvorved den gamle Ladning ikke faar Lejlighed til at slippe bort. Idet Motorer af denne Art samtidig er forsynet med en ikke styret Indsugningsventil, vil denne, naar Undertrykket i Cylinderen paa denne Maade ikke bliver stort nok, ikke aabne sig. Motoren faar derfor ikke nogen ny Ladning, og tager Udsættere. Ofte maa man dog yderligere sikre sig, at Indsugningsventilen holdes lukket ved Anbringelsen af en Indretning, der ved en Fjeder holder Ventilen til eller ved en særlig Mekanisme laaser Indsugningsventilen, naar Motoren tager Udsætter.

Ladningsreguleringen gaar for sig paa den Maade, at Motoren modtager Brændsel til hvert Arbejdsslag, men Brændselsmængden afpasses af Regulatoren i Overensstemmelse med Motorens Behov. Denne Reguleringsmaade er ikke saa økonomisk som Udsætterregule-

ringen, idet Motoren ikke er i Stand til at forbrænde de smaa Brændselsmængder med samme Økonomi som de, der svarer til fuld Belastning, og hvorefter Motoren er konstrueret. Imidlertid har Motorer med Ladningsregulering andre Fordele, hvoraf maa anføres den forholdsvis jævnere Gang og den Omstændighed, at Motorer med Glødehovedtænding lettere kunne holde sig varme under ringe Belastning, idet der ved hvert Slag tilføres nogen Varme, medens ved Motorer med Udsætterregulering Hovedet køles ved hvert Slag, hvor der ikke udvikles Arbejde.

Kølingen.

Under Forbrændingen i Cylinderen udvikles der en ganske betydelig Varme; der er saaledes lejlighedsvis maalt Temperaturer paa indtil 1900° C. Disse Temperaturer kan naturligvis ikke taales af Materialet og særlig ikke af den for Motorernes Gang absolut nødvendige Smøreolie, hvorfor Motorerne altid maa være forsynede med Vandkøling. Kølingen kan enten ske med Vandværksvand, der ledes igennem en Kappe omkring Arbejdscylinderen, eller ved at Vandet fra en stor Beholder bringes til at strømme omkring Kølekappen og tilbage til Beholderen, hvor det faar Tid til at afkøle sig igen. Det sidste er det almindeligste med Smaamotorer. Endelig kan Kølingen indrettes som en Fordampningskøling, hvor Vandet kommer til at koge i Kølekappen og fordamper, hvorved Cylinderen afkøles ved Dampdannelsen.

DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK
m 0070 1668 9
300002281841

Thurr.
2988 X