LÆREBOG

FOR

KEDELPASSERE

AF

P. RØNNE
DAMPKEDELINSPEKTØR
I KØBENHAVN

OG

P. SCHRØDER
OVERLÆRER VED TEKNISK SELSKABS
SKOLE I KØBENHAVN

UDGIVET MED
UNDERSTØTTELSE AF INDENRIGSMINISTERIET

G. E. C. GADS FORLAG — KØBENHAVN 1920

FORORD

Nærværende Lærebog for Kedelpassere skal benyttes ved Forberedelsen til den i Lov af 4de Oktober 1919 om Tilsyn med Dampkedler paa Landjorden paabudte Kedelpasserprøve og skal erstatte den tidligere benyttede Bog, F. Wagner: Vejledning for Kedelpassere. Teksten er i Hovedsagen tilpasset efter de Krav, der stilles til denne Prøve, men vi har bestræbt os for desuden at give saadanne Oplysninger, som kan være Kedelpasseren til Hjælp ved en økonomisk Udnyttelse af Brændslet og Dampen. Af Teksten er de første to Afsnit skrevet af Dampkedelinspektør P. Rønne og de sidste to Afsnit af Overlærer P. Schrøder. For at holde Prisen saa lav som mulig har vi maattet anvende en Del Billeder fra „Vejledning for Kedelpassere", som vi kunde have ønsket erstattet af andre.

Forf.

INDHOLDSFORTEGNELSE

AFSNIT 1. ALMINDELIGE BEMÆRKNINGER.

Side

Kapitel 1. Materialerne 1

Oversigt. Jern. Andre Metaller. Remme og Snore. Pakninger og Tætningsmaterialer. Smøremidler. Isoleringsstoffer.

Kapitel 2. Forbrænding og Brændselsmaterialer 11

Luften. Forbrændingen. Brændslet.

Kapitel 3. Vandet og Fordampningen 18

AFSNIT 2. DAMPKEDLEN.

Kapitel 4. Ildsted. Rist og Fyring 22

Varmens Udnyttelse. Ildstedet. Planristen. Fyringen paa Planristen. Kastefyringsapparater. Vandre- eller Kæderisten. Underblæst. Trapperisten. Fyrapparater med Kultilførsel fra Bunden. Oliefyring. Trækkene. Spjældet. Skorstenen.

Kapitel 5. Dampkedlens Konstruktion og Beskrivelse af dens almindelige Former 43

Fordringer. Materiale og Bygning. Kedelformer. Economiser. Overheder. Indretningen af Kedelrum.

Kapitel 6. Dampkedlens Armatur og Tilbehør 71

Vandstandsmærke. Vandstandsviser. Prøvehaner. Sikkerhedsventil. Trykmaaler. Kontrolflange. Udblæsningshane. Stopventil. Mærkeplade. Sikkerhedsprop. Dampfløjte. Dampledning. Føderør. Fødeapparat. Fyrværktøj.

Kapitel 7. Kedlens daglige Drift 95

Opfyring. Under Drift.

Side

Kapitel 8. Fødevandet og dets Behandling. Kedelrensning .. 101

Kapitel 9. Dampkedelskader og Farerne ved Dampkedlens Brug 110

Tæringer. Revner og Brud Formforandringer.

AFSNIT 3. DAMPMASKINEN.

Kapitel 10. Maskinens Indretning 124

Kapitel 11. Kraft og Arbejde 127

Kraft. Arbejde. Hestekraft. Energi. Kraftmaskiner og Arbejdsmaskiner.

Kapitel 12. Dampens Virkemaade 131

Dampdiagrammet. Indikatoren. Maskinens Hestekraft. Dobbelte Glidere. Ventilstyring. Dampforbruget.

Kapitel 13. Maskinens enkelte Dele 147

Cylindren. Gliderkassen. Pakdaaser. Stemplet. Stempelstangen Krydshovedet. Plejlstangen. Krumtappen. Ekscentrikerne Lejerne. Regulatoren. Kondensation. Indsprøjtningskondensator. Overfladekondensator. Graderværker.

Kapitel 14. Forskellige Former af Dampmaskiner 160

Kapitel 15. Pasning af Dampmaskinen 167

AFSNIT 4. DET ØVRIGE MASKINERI.

Kapitel 16. Transmissioner 174

Aksler. Faste Koblinger. Udløselige Koblinger. Lejer. Smøring Remtræk. Tovtræk. Tandhjul.

TRYKFEJL.

Side 20 Linie 8 f. n. Atom læs Atm.
Side 21 Tabellens Linie 3. 152,8 læs 132,8
Side 32 Linie 1 f. o. tyndt læs tykt.
Side 53 Linie 11 f. n. Fig. 91 læs Fig. 19.
Side 61 Linie 11 f. o. Fig. 28 læs Fig. 27.
Side 65 Linie 8 f. o. Fig. 34 læs Fig 33.
Side 89 Linie 8 f. n. den læs der.

ALMINDELIGE BEMÆRKNINGER

Kapitel 1.
Materialerne.

Oversigt. I Kedlen og Maskinen er Hovedmængden af de anvendte Materialer Metaller. De enkelte Dele af Maskinen fremstilles af Metaller og samles ved Sammenskruning og Nitning. Ved Fremstillingen benyttes Metallet Jern til alle større Dele, medens de mindre Dele, hvor særlige Forhold med Hensyn til Slid o. l. gør sig gældende, fremstilles af Kobber med Tilblanding af Zink og Tin.

Hvor der findes Dele, der skal omslutte Vædsker eller Luftarter, maa der skaffes Tæthed til Veje, og dette naas ved, at der anbringes sammentrykkelige Plader eller Ringe imellem de Flader, hvorimellem Vædsken eller Luftarten kan undvige. Et saadant Materiale kaldes en Pakning. Den skal have en vis Styrke og skal ofte kunne taale at være udsat for en ret høj Varmegrad i længere Tid uden at forandres væsentligt, og dens Materiale maa derfor vælges saaledes, at det tilfredsstiller de Krav, der i hvert enkelt Tilfælde stilles til det.

Naar Maskinen saa endelig er kommen i Drift, gælder det om at bringe Sliddet paa de bevægelige Dele saa langt ned som muligt, og derfor benytter man forskellige Stoffer, navnlig Fedtstoffer, til Smøring, idet de bringes ind mellem de Flader, der bevæger sig paa hinanden. Herved naas samtidig, at Maskinen løber lettere og ikke bruger saa meget Arbejde til sin egen Bevægelse.

Til Overførelse af Arbejdet fra den ene Maskine til den anden bruger man Remme og Snore som Mellemled; disse fremstilles af Læder og Trævlstoffer og undertiden af Jern.

En Maskindel, der omslutter en Vædske eller en Luftart, hvis

Varmegrad er høiere end Rummets udenfor, vil lade Varmen passere igennem sig til Omverdenen, og denne Varme er tabt. Man omgiver den derfor med Stoffer, der beskytter mod Varmetab, fordi Varmen vanskeligt passerer igennem dem, — de saakaldte Isoleringsstoffer.

Jern. Jernet er det Metal, der anvendes mest i Kedelsmedje og Maskinværksted, og Grundene hertil er i det væsentligste følgende to:

a) Man kan ved Opvarmning af Jernet bringe det i en saadan Tilstand, at det er let at forarbejde. Ved Opvarmning til Glødning bliver det blødt og strækkeligt, saa at det kan bearbejdes af Smeden under Hammeren og derved faa den Form, han ønsker at give det. Ved Opvarmning til Smeltning kan det udstøbes og antage den Form, som den anvendte Støbeform tillader.

b) Man kan ved Tilblanding af forskellige Stoffer under Fabrikationen af Jernet give det mange forskellige Egenskaber f. Eks. faa det til at smelte ved forholdsvis lav Varmegrad, gøre det haardt eller blødt, gøre det hærdeligt eller uhærdigt o. s. v.

Det fremstilles af forskellige Mineralier, de saakaldte Jernmalme, der indeholder tilstrækkeligt Jern til, at deres Oparbejdning kan betale sig; de opvarmes med Cinders eller Trækul i store Ovne (Højovne), og herved udvindes Jernet, idet dets Forbindelse med andre Stoffer hæves ved Indvirkningen af Kullet og den høje Varmegrad; samtidig optager det noget Kul, synker til Bunds i Ovnen og kan i smeltet Tilstand udtappes forneden. Dette Jern kaldes Raajern, og det er i denne Form, det danner Grundlaget for Fabrikationen af de finere Jernsorter.

Jernets Egenskaber er jo meget forskellige, men i Hovedsagen afhængige af, hvor meget Kul det indeholder. Støbejernet er den Jernsort, der indeholder mest Kul; det faas ved simpel Omsmeltning af Raajern, saa at dets Kulindhold er det samme som Raajernets $2^1/_2$ à 6 %, oftest omtrent 4 %. Det udvider sig stærkt, idet det størkner, hvorfor det fylder Støbeformene godt ud og giver et skarpkantet og kønt Støbegods, dets Udvidelse i Størkningsøjeblikket er foraarsaget ved, at en Del af Kullet udskiller sig som smaa Blade af rent Kulstof.

Støbejernet er skørt og gaar ved c. 1200°, pludselig over fra

fast til flydende Tilstand; det kan ikke smedes og skal ved Støbningen have sin endelige Form, men denne kan ogsaa være indviklet, saa at enhver Form kan fremstilles færdig. Skal enkelte Flader af det bearbejdes, lader dette sig dog gøre i Maskinværkstedet ved de der forekommende Værktøjer.

Skal man bruge Jern, der skal kunne bearbejdes i Smedjen, — det saakaldte smedelige Jern —, maa man behandle Raajernet saaledes, at noget af Kulstoffet fjernes, da det smedelige Jern har mindre Kulindhold end Støbejernet. Dette sker ved, at Raajernet i smeltet Tilstand bringes i Berøring med almindelig atmosfærisk Luft. Den Del af denne — Ilten —, der nærer Forbrændingen, bortbrænder da Kulstoffet, og man faar Jernet til at indeholde mere eller mindre Kul, eftersom man lader Luftens Indvirkning paa det være kortere eller længere. Smedeligt Jern kan fremstilles paa to forskellige Maader.

Man opvarmer Raajernet til Smeltning i Forbindelse med Stoffer, der indeholder meget Ilt. Under Indvirkning af den høje Varmegrad afgiver de Ilt, som bortbrænder noget af det i Raajernet værende Kul. Herved forhøjes Jernets Smeltepunkt, da dette er afhængigt af Kulindholdet, og det størkner derfor til dejgagtige Klumper, der derpaa behandles under en Damphammer for at udpresse de Urenheder — Slaggerne —, som det har indesluttet i sig. Disse Klumper udvalses og skæres i Stykker, som derpaa sammensvejses; jo tiere denne Proces gentages, jo bedre bliver Jernet. Jern, som er fremstillet paa denne Maade, kaldes Svejsejern. Processen foregaar temmeligt hurtigt, saa at det er vanskeligt at skaffe sig Jern af bestemt Kulstofholdighed, men ved Tilsætning af visse Stoffer kan den sinkes, hvorved man bedre er Herre over den, og saa kan man afbryde den saa tidligt, at man faar det saakaldte Svejsestaal; denne Jernsort er altsaa kun forskellig fra Svejsejernet ved Kulindholdet, men bliver kaldt Staal, fordi den kan hærdes d. v. s. blive haard, naar den efter Opvarmning til Rødglødhede pludseligt afkøles f. Eks. ved at dyppes i koldt Vand. For at det skal være hærdeligt, skal det mindst indeholde c. $^1/_2$ % Kul.

Man kan ogsaa hælde det smeltede Raajern i store Beholdere, hvorigennem der blæses almindelig Luft; idet denne

passerer igennem det smeltede Jern, bortbrænder den Jernets Kulstof. Herved forhøjes, som før sagt, Jernets Smeltepunkt, og dette skulde derfor størkne, hvis der ikke skete andet, men samtidig med Bortbrænding af Kullet brænder der ogsaa andre af de i Jernet opløste Stoffer, og ved denne Forbrænding stiger Varmegraden, saa at Massen kan blive ved at være flydende.

Nogle Aar efter at ovenstaaende Fremgangsmaade var opfundet, konstruerede man en Ovn, hvor man kunde skaffe sig saa høj Varmegrad, at Jernet ogsaa under Bortbrændingen af Kul kunde holde sig flydende, saaledes at man kunde faa det i Jernet værende Kul bortbrændt, ved at lade en luftholdig Flamme stryge hen over den smeltede Masse. Ogsaa her kan man skaffe sig Jern med passende Kulindhold, ved at lade Luften i Flammen virke, indtil det overflødige Kul er bortbrændt. Det efter de sidste Metoder fremstillede Jern, som jo er flydende, aftappes og støbes i store Forme til Blokke, der behandles under Smedepresse eller i Valseværk for at sammentrykke de Blærer, som danner sig under Støbningen; det kan ogsaa udstøbes i Forme til Facongods — det saakaldte Staalstøbegods.

Alt Jern, der fremstilles i flydende Tilstand, kaldes Staal, selv om det ikke er hærdeligt; denne Egenskab har kun de Staalsorter der indeholder over $\frac{1}{2}$ % Kul.

Foruden Kul indeholder Jernet ogsaa andre Stoffer, baade Forureninger som Svovl og Fosfor og flere sjældne Metaller, som er tilsat for at skaffe Jernet forskellige Egenskaber, der er af Betydning ved dets senere Benyttelse. Indeholder Jernet for meget Svovl og Fosfor, bliver det daarligt og uanvendeligt, og man søger derfor at fremstille Jernet med saa ringe et Indhold af dem som muligt; dette kan naas dels ved at vælge Malm, der kun indeholder dem i ringe Mængde, og dels, hvor fosfor- og svovlholdige Malme er forhaanden, ved at lede Fremstillingen saaledes, at disse Urenheder forsvinder.

Nedenstaaende Tabel angiver Kulindholdet af de forskellige Jernsorter

Støbejern	2,5—6 % Kul
Hærdeligt Staal og Svejsestaal	0,5—1,6 % Kul
Uhærdeligt Staal og Svejsejern	0,05—0,5 % Kul

Jern, der indeholder mellem 1,6 og 2,5 % Kul, anvendes ikke i Industrien.

Støbejern (Raajern) faas i Handelen i Blokke eller Barrer, det saakaldte Pigjern, og som færdige Varer f. Eks. Rør.

Smedeligt Jern faas som

Stangjern udvalset i simple Tværsnitformer — Rundjern, firkantet, fladt, sekskantet og halvrundt Jern.

Profiljern udvalset som Vinkeljern, T-Jern, Z-Jern, U-Jern, I-Jern og flere andre specielle Tværsnitsformer.

Plader i forskellige Tykkelser og Forarbejdningsform som Bølgeblik, Dørkplader samt som Beholder- og Kedelplade.

Rør som stuksvejste (de saakaldte trukne Rør), lapsvejste Rør og sømløse Rør. Kedelrør er Rør af særlig godt Materiale. Endelig i færdige Fabrikata som

Traad, Kæder, Søm Bolte o. l.

Andre Metaller. Foruden Jern anvendes ogsaa en Del andre Metaller, hvoraf Kobberet og dets Blandinger (Legeringer) med andre Metaller er de vigtigste.

Det rene Kobber anvendes foruden til elektriske Ledninger og Maskindele i det væsentligste kun til Rørledninger og visse Kar og Kogeindretninger, hvor Jern ikke kan anvendes, fordi det angribes af Indholdet; det lader sig ikke støbe, men sætter man til Kobberet under Smeltningen andre Metaller, f. Eks. Zink og Tin, bliver det støbeligt, og disse Blandingers Egenskaber forandrer sig endda stærkt, efter som man tilsætter mere eller mindre af det andet Metal. De er derfor overordentligt anvendte i Maskinindustrien.

Tombak indeholder $^1/_{10}$ til $^1/_5$ af sin Vægt i Zink og anvendes mest til Galanterivarer, men tilsættes lidt Tin, faar man det saakaldte Rødgods, som anvendes til mindre støbte Maskindele som Haner, Ventiler Lejepander o. l.

Messing indeholder mellem $^1/_8$ og $^1/_2$ af sin Vægt i Zink og bruges til mindre Maskindele, der ikke behøver stor Styrke som Haner og Ventiler til Vandrør.

I Tinbronzer er det tilsatte Metal Tin; der sættes nu dog ofte tillige noget Zink til; den vigtigste er Maskinbronze, der

indeholder c. $\frac{1}{11}$ til $\frac{1}{20}$ Tin og lidt Zink. Skal man benytte et særligt godt Metal, forhøjes Tintilsætningen noget, medens der tages tilsvarende mindre Zink. Legeringen gaar under Navnet „Metal", men kaldes ogsaa ofte Rødgods, som den tidligere omtalte Legering.

Farven af Kobberlegeringerne er gul til gulrød.

Til Slidmetal i Lejer anvendes ofte det saakaldte Hvidmetal, som er Legeringer af Stoffet Antimon og Tin, ofte med en Tilblanding af Kobber. De haarde Antimonkorn tjener til Understøtning for Akslen i Lejet, hvorved Sliddet formindskes væsentligt.

Nedenstaaende Tabel 1 giver en Oversigt over de vigtigste i Maskinindustrien benyttede Metallers Smeltepunkter. Tillige findes opført Vægten af en Kubikmeter af Metal.

Tabel 1.

	Smeltepunkt	Vægt pr. m^3
Staal	14—1600	7850
Støbejern	1200	7250
Kobber	1000	8900
Messing	c. 900	c. 8500
Bronze	c. 900	c. 8000
Zink	420	7100
Bly	330	11300
Tin	230	7200

Remme og Snore. Læderremme fremstilles næsten altid af garvede Oksehuder. Da Huden er tykkest, fastest og stærkest langs Ryggen, udskæres de bedste Remme af Ryghuden, de mindre gode af Bughuden. Udskæres en Rem af Sidehuden, vil den være tilbøjelig til at løbe skævt paa Remskiven, fordi den er tykkere i den ene Kant end i den anden. Denne Del af Huden bør derfor kun benyttes til smaa Remme.

Remme kan ogsaa fremstilles af Bomuld ved Vævning, men disse er ikke saa holdbare som Læderremme.

I Kamelhaarsremme er Kamelhaar og Hamp benyttet som Materiale.

I Balata og Gummiremme er Hovedmassen forskellige kaut-

schukartige Stoffer, der sammenholdes ved vævede Lag af Hamp, Bomuld eller Lærred.

I den nyere Tid er man begyndt at bruge tynde Staalbaand som Remme.

Til Snor- eller Tovtræk anvendes Tove af Hamp eller Bomuld af rundt eller firkantet Tværsnit eller Tove af Staaltraad med indlagte Hampekærner.

Pakning- og Tætningsmaterialier. Naar Maskindele skal samles saaledes, at de er bevægelige i Forhold til hinanden, men dog saaledes, at der imellem dem skal skaffes Tæthed til Veje, saa at indespærrede Vædsker eller Dampe ikke kan undvige, anbringer man Pakninger imellem dem i et Rum, Pakdaasen, som dannes af Delene. Man har bløde, selvsmørende og metalliske Pakninger.

Af bløde Pakninger skal nævnes.

Hampe- og Hørgarnspakninger, der faas ved at dyppe en Hampe- eller Hørgarnsfletning i Olie eller smeltet Tælle.

Fedtstenspakninger er forfærdigede af en Bomuldsvæge med indlagt pulveriseret Fedtsten (Talkum).

Asbestpakninger laves af almindelig snoede Asbestsnore eller af sammenflettet Asbestsnor; undertiden er der indlagt en Gummikærne. Blokasbestpakningen er firkantet og indeholder en Gummistrimmel.

Tuchs Pakning er sammenviklede Lærredslag, der kan indeholde en Gummikærne.

De bløde Pakninger udvider sig under Brugen, og Pakdaasen maa ikke spændes for stærkt. De slides meget og maa ofte skiftes, og de kan ikke bruges til højt Tryk eller høj Temperatur.

Af selvsmørende Pakninger nævnes.

Garlochs Pakning, som bestaar af Gummi, Asbest og Grafit; den er flad.

Palmettopakningen er rund og bruges ved høj Temperatur,

Huhns Pakning er dannet af Blyringe med indlagt Grafit, som smører den bevægelige Maskindel.

Metalpakninger bestaar af opslidsede Ringe af afvekslende haardt og blødt Metal. Ved Trykket lader de sig trykke ud mod

Pakdaasen og ind mod Stangen og bringer derved Tæthed til Veje.

Naar to Maskindele skal samles, saa at de er i fast Forbindelse med hinanden, og saaledes at der imellem dem skal skaffes Tæthed til Veje, saa at indesluttede Vædsker eller Dampe ikke kan undvige, anbringer man forskellige Tætningsmidler imellem dem, førend de sammenspændes.

Disse Tætningsmidler skal være stærke, saa at de ikke sønderrives og presses ud imellem Pakfladerne af det indesluttede Stofs Tryk, og de skal være saa bløde, at de kan presses ind i Ujævnhederne i Fladerne og fylde alle Hulheder ud. Jo bedre tildannede og jo stivere Forbindelsesfladerne er, jo tyndere kan Tætningsmaterialet være.

Til mindre Muffesamlinger kan anvendes Hampe- eller Hørgarn, som vikles om Gevinnet og indsmøres med Mønjekit eller Talg, det sidste dog kun, hvor den indesluttede Vædske er kold.

Til større Muffesamlinger drives der en Hampefletning ind mellem Røret og Muffen, hvorefter Resten af Hulrummet udstøbes med Bly, der stemmes tæt.

Til Flangesamlinger maa Tætningsmidlet have Form som en Plade, hvori der udskæres Huller til Flangeboltene, og Rørhullet.

Hvor den indesluttede Vædske er kold, kan der anvendes Kautschukplade, som kan forstærkes ved paaklæbet Lærred eller indlagt Metaltraadsvæv. Kautschuk opløses af Olie og kan derfor ikke bruges, hvor Olie kommer i Berøring med Pakningen.

Hvor den indesluttede Vædske er varm, kan der anvendes Asbestplader eller de i Handelen gaaende Patentpakninger som f. Eks. Klingerit. De bestaar i Hovedsagen af Asbest undertiden med Gummiindlæg, og de faas tildannede som Pap. De indlægges ofte indsmurte i Olie. De er stærke, og de gode Kvaliteter kan bruges til højspændt Damp.

Der benyttes ogsaa Metaltraadsvæv eller tynde bølgede Kobberplader, der indlægges mellem Fladerne, efter at disse er indsmurt i et tykt Lag Mønjekit.

Smøremidler. Naar man bevæger to Legemer i Forhold til hinanden, saaledes at det ene trykkes mod det andet, vil

man mærke en Modstand mod Bevægelsen. Denne Modstand kaldes Gnidningsmodstanden. Man maa derfor udrette et Arbejde for at udføre Bevægelsen. I enhver Maskine findes der saadanne bevægelige Dele, og der vil derfor altid i Maskinen findes et Arbejdstab. Samtidig slides de to Legemer.

Arbejdstabet skal gøres saa lille som muligt, fordi det koster Penge at frembringe det Arbejde, der gaar tabt, og fordi det ved Gnidningen omdannes til Varme, der kan gøre Maskineriet Skade. Sliddet skal gøres saa lille som muligt, fordi det koster Penge at erstatte det bortslidte.

Arbejdstabet og dermed Varmeudviklingen og Sliddet er afhængige af, hvor stærkt de to Flader trykkes mod hinanden, af deres Beskaffenhed og af, hvor hurtigt den ene bevæger sig i Forhold til den anden. For en given Maskine er Trykket mellem de bevægelige Dele og Bevægelsens Hurtighed paa Forhaand bestemt, og man maa derfor, for at formindske Arbejdstab og Slid, vælge Fladernes Beskaffenhed saa fordelagtigt som muligt. Dette gør man dels ved at fabrikere den af bestemte Materialer, som man ved arbejder godt sammen og dels ved at smøre.

Ved Smøringen bringes der et Stof, som Regel et Fedtstof, i en tynd Hinde ind imellem de to Flader, saa at disse ikke glider umiddelbart paa hinanden. Man faar derved Gnidningsmodstanden mellem Fladerne forandret til Gnidningsmodstanden mellem Flader og Smøremidlet, og dette vælges da saadan, at denne Modstand bliver saa lille som muligt.

Smøremidlet maa desuden vælges saaledes, at det ikke lader sig trykke ud imellem Fladerne af disses Tryk mod hinanden; det skal kunne taale den Varmegrad, der ventes mellem Fladerne, og det maa ikke indeholde Urenheder, der kan volde Slid, eller selv ødelægges ved Luftens Indvirkning — tørre ind eller blive syreholdigt.

Smøremidlerne er dels Stoffer der udvindes af Planter eller Dyr, og dels Stoffer (Mineralolierne), der udvindes af Raaolien fra Petroleumskilderne. Desuden findes der enkelte andre.

Dyriske Smøreolier benyttes kun lidt i Maskinindustrien; nævnes kan Tælle, der først smelter ved c. 40°, og derfor ikke

kan bruges ved lavere Varmegrader. Ved højerer Varmegrader forandrer det sig og angriber Metallet; det maa ikke lugte ubehageligt og ikke indeholde Syre fra Rensningen. Endelig kan Spermacetolie nævnes; det benyttes til Smøring af fine Maskindele, holder sig flydende til omtrent ÷ 18°; det tørrer ikke ind og forandrer sig ikke ved Luftens Indvirkning.

Af Smøremidler, der stammer fra Planteriget kan nævnes Rapsolie, der størkner ved Frysepunktet. Bomolie (Olivenolie), som er et godt Smøremiddel, der størkner lidt over Frysepunktet, og Bomuldsfrøolie, der er stærkt tørrende og derfor ikke anvendes ret meget til Maskindele. De udvindes ved Presning af olieholdige Frø.

Mineralolierne staar som Smøremidler ikke tilbage for de tidligere nævnte; de tørrer ikke, de forandre sig ikke paa anden Maade ved Luftens Indvirkning, saa at de er syrefri, men de kan fordampe, og man maa derfor anvende Olier, som ikke fordampe ved den Varmegrad, ved hvilken de benyttes.

Man har dem fra ganske tyndtflydende Olier til ganske tykflydende ja helt salveagtige Olier. Ved høje Varmegrader f. Eks. i Dampcylindrer anvendes de mest tykflydende, som uden at tage Skade af den høje Varmegrad netop bliver tyndtflydende, og derfor er et godt Smøremiddel. Ved meget høje Varmegrader tilsættes lidt Dyrefedt, hvorved Smøreevnen forbedres.

Af andre Smøremidler skal nævnes Grafit, som oftest anvendes som Tilblanding til Olie, men som ogsaa anvendes alene. Dets Smøreevne beror paa, at det fylder alle Smaaujævnheder ud, saa at de to Maskindele, der glider paa hinanden, bliver ganske glatte, som om de var polerede.

Endelig kan nævnes konsistent Fedt; der har en salveagtig Karakter og gerne indeholder en Del Olie foruden andre Stoffer. Det smører først, naar Fladerne er blevet saa stærkt opvarmede, at det smelter; det giver derfor et Arbejdstab.

Isoleringsstoffer. Ved Dampanlæg kommer i Hovedsagen kun Kieselguhr og Asbest i Betragtning.

Kieselguhr er et fint, hvidt Pulver, der udrøres i Vand til en grødagtig Masse og lægges paa den Flade, der skal isoleres,

i Lag paa 2 á 5 mm. Fladen skal være varm, saa at Vandet i Kieselguhrgrøden fordamper. Efter at et tilstrækkeligt tykt Lag — 20 á 50 mm — er anbragt, beskyttes dette ved Omvikling eller Paaklæbning af Lærred, der bør males.

Asbest anvendes ofte som den inderste Isolering, fordi det ikke paavirkes af høje Varmegrader. Det lægges paa Fladen dels som løst Asbest dels som Asbestpap.

Undertiden anbringes uden paa Kieselguhret eller Asbesten et Lag af Filt, der isolerer udmærket, eller en Korkmasse, men det inderste Lag maa være saa tykt, at Filten eller Korken ikke kan blive udsat for saadanne Varmegrader, at de ødelægges. Til Isolering af de øverste Dele af indmurede Kedler anvendes ofte Aske, Slagger o. l., eller der mures et Skifte Mursten omkring dem.

Kapitel 2.
Forbrænding og Brædselsmaterialer.

Luften. I Dampkedlen forbrænder Brændslet ved Hjælp af Luft under Udvikling af Varme, som gennem Kedelvæggene overføres til Vandet; dette opvarmes derved til Kogning og fordamper.

Luften omgiver Jorden i et tykt Lag, som kaldes Atmosfæren, og hver lille Del af Jordoverfladen maa bære den Luftsøjle, der hviler paa den; derved udøves et Tryk paa den, og dette Tryk kan vi nu finde paa følgende Maade.

Fyldes der Kviksølv i et bøjet Glasrør (Fig. 1), vil man se, at Kviksølvoverfladerne i de to Grene ligger i samme vandrette Linie; paa begge Flader virker nemlig Luftens Tryk, og det er lige stort i begge Grene; men hælder man nu Røret, saa at den ene Gren fyldes helt med Kviksølv, og sætter man en Prop i denne Grens Aabning, saa vil man se, at Kviksølvoverfladerne ikke staar i samme Højde i begge Grene, efter at Røret atter er rejst op.

Paa Kviksølvoverfladen ved A hviler Luftens Tryk; paa Kviksølvoverfladen ved B hviler intet Tryk, fordi Rummet til

Proppen er tomt; det var før helt fyldt med Kviksølv, og der er ikke kommet noget derop. Paa en Kviksølvoverflade ved C i samme vandrette Linie som A virker Trykket af Kviksølvsøjlen BC. Da der maa være samme Tryk i den samme vandrette Linie i Kviksølvet, maa den Kviksølvsøjle, der hviler paa hver Del af Fladen ved C, veje lige saa meget som den Luftsøjle, der hviler paa lige store Dele af Fladen A. Det viser sig, at Søjlen BC ved Middellufttryk bliver 760 mm høj. Er Røret 1 Kvadratcentimeter i Tværmaal, kan vi finde Luftsøjlens Tryk ved at veje Kviksølvsøjlen BC; den vejer omtrent 1,03 kg. Luftens Tryk paa Kviksølvoverfladen kaldes en Atmosfære, og den trykker altsaa med en Kraft paa 1,03 kg paa hver Kvadratcentimeter.

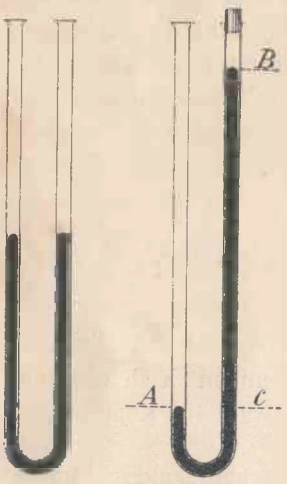


Fig. 1.

Den atmosfæriske Luft er ikke en enkelt Luftart, men en Blanding af flere forskellige. Omtrent $\frac{1}{5}$ af den er Ilt og $\frac{4}{5}$ Kvælstof; desuden findes der smaa Mængder af andre Luftarter f. Eks. Kulsyre.

Luftens Ilt har stor Tilbøjelighed til at gaa i Forbindelse med andre Stoffer, og dette sker oftest under stærk Varmeudvikling. Allerede ved almindelig Temperatur sker denne Forening, men oftest kun i ringe Grad. Naar Metallerne anløber, og naar Jernet ruster, er det fordi Ilten i Luften gaar i Forbindelse med Metallet, hvorved dette overtrækkes med en tynd Hinde af det af Ilten og Metallet dannede Stof. Havde man ren Ilt, vilde denne Forbindelse ske langt lettere og for mange flere Stoffers Vedkommende, end det nu sker; men Kvælstoffet i Luften forhindrer en alt for voldsom Virkning af Ilten, idet det ligesom fortynder den. Forbindelsen sker ogsaa lettere ved højere Varmegrader end ved lavere; et blankt Stykke Jern kan ligge forholdsvis længe i Luften uden at ruste, men opvarmes det, overtrækkes det hastigt med en farvet Hinde, som ikke er andet end Forbindelsen af Ilt og Jern.

Forbrændingen. Naar Brændslet forener sig med Luftens Ilt, sker der det, man kalder en Forbrænding; for at faa denne til at begynde, maa Brændselet opvarmes til sin Antændelsestemperatur,[1]) som er forskellig for de forskellige Brændseler. Et Stof, der bryder i Brand under eller ved almindelig Temperatur, kaldes selvantændeligt; Benzinen bryder i Brand, naar det kommer i Berøring med et varmt Strygejern. Da Kullets Antændelsestemperatur er ret høj, maa man først tænde op med et lettere antændeligt Brændsel, f. Eks. Træ. Ved Træets Forbrænding faar man da en Temperatur, der er højere end Kullets Antændelsestemperatur, og derved indledes Kullets Forbrænding.

For at faa en Forbrænding i Stand maa man 1) have et Stof der kan brænde, 2) have dette opvarmet til dets Antændelsestemperatur og 3) tilføre det Ilt, og Forbrændingen ophører igen, naar en af disse 3 Dele mangler. I Gasapparatet er det brændbare Stof Gas, som opvarmes til sin Antændelsestemperatur af Tændstikken, og hvortil der kommer Ilt fra Luften.

Ved en Forbrænding udvikles der Varme, og det er altid Formaalet med Forbrændingen at faa denne Varme udviklet paa et Sted. hvor der er Brug for den. Det viser sig, at der ved Forbrænding af ligestore Mængder af et Stof udvikles samme Varme, naar Forbrændingen foregaar som den skal, og den Varmemængde, der udvikles ved Forbrænding af 1 kg af Stoffet, er netop et Maal for Brændselets Godhed og kaldes Stoffets Brændværdi.

En Forbrænding kan foregaa ved Flamme eller ved Glødning. Betingelsen for, at der kan komme Flamme, er, at Brændselet udvikler brændbare Luftarter. Petroleum fordamper, i det den forlader Vægen, og den brændbare Luftart „Petroleumsdampen" brænder som Flamme. Stenkul brænder med Flamme, fordi de under Forbrændingen afgiver Gassen. Behandles Stenkul først i

---

[1]) Til Maaling af Temperaturer eller Varmegrader anvendes et Termometer, der angiver Varmegraden ved det øverste Punkt af en Kviksølvstang, der er indesluttet i et Glasrør. Ved Celsiustermometret staar Strængens øverste Punkt ved 0, naar Temperaturen er ved Frysepunktet, og ved 100°, naar Temperaturen er ved Vandets Kogepunkt.

Gasværket, hvorved Gasarterne fjernes, vil det tilbageblevne, som vi jo kalder Kokes, brænde uden Flamme kun ved Glødning.

Ved Kullets Forbrænding gaar dette i Forbindelse med Luftens Ilt og danner en Luftart, som kaldes Kulsyre; denne indeholder 12 Vægtdele Kul og 32 Vægtdele Ilt. Hvis man tilfører saa lidt Luft, at der ikke er 32 Vægtdele Ilt til hver 12 Vægtdele Kul, saa kan der ikke danne sig Kulsyre, men der danner sig en anden Forbindelse af Kul og Ilt — ogsaa en Luftart; denne kaldes Kulilte (Kulos) og indeholder kun 16 Vægtdele Ilt for hver 12 Vægtdele Kul. Det viser sig nu, at Kullene ikke udvikler saa meget Varme, naar de brænder til Kulilte, som naar de brænder til Kulsyre; og at man kan faa Kulilten til at brænde til Kulsyre ved at sætte mere Luft til. Brænder al Kulilten til Kulsyre, faar vi i alt udviklet saa meget Varme som ved Kullets direkte Forbrænding til Kulsyre, men forbrændes Kullet kun til Kulilte, og gaar denne uforbrændt bort gennem Skorstenen, tabes $^2/_3$ af den Varmemængde, som Kullene kunde have udviklet. Derfor er det af største Vigtighed at sørge for, at Forbrændingen sker til Kulsyre (d. v. s. at den bliver fuldstændig), og at undgaa for lille Lufttilførsel, hvorved der dannes Kulilte (Forbrændingen bliver ufuldstændig). Man maa dog heller ikke føre for megen Luft til Brændslet. De ved Forbrændingen dannede Luftarter, som man i Almindelighed kalder Røgen, føres fra Ildstedet gennem Trækkene til Skorstenen og skulde helst afgive saa meget som muligt af deres Varme til Kedlen. De har dog nu altid en ret høj Varmegrad, naar de kommer til Skorstenen c. 300 °, og den Varme, de af den Grund indeholder, gaar tabt. Jo mindre Røg, der dannes, jo mindre Varme gaar der tabt gennem Skorstenen, men jo mere Luft man leder til Brændslet, for at faa dette forbrændt, jo mere Røg dannes der, og jo større bliver Varmetabet. Forbrændingen skal derfor foregaa med tilstrækkeligt meget Luft, men heller ikke med for meget, og det er den dygtige Kedelpasser, der regulerer sin Lufttilførsel saaledes, at netop den nødvendige Luftmængde føres til Brændselet. Ved at maale den Mængde Kulsyre, der findes i Røgen, kan man se, om Forbrændingen foregaar rigtigt; denne Maaling foregaar nu automatisk i Kulsyremaaleren, der angiver, hvor

mange Hundrededele af Røgen, der er Kulsyre. Indeholdt Luften ikke andet end Ilt, skulde al Røgen bestaa af Kulsyre, men da kun $^1/_5$ af Luften er Ilt, kan kun $^1/_5$ af Røgen være Kulsyre, altsaa c. $^{20}/_{100}$. Dette kan nu ikke naas, thi vilde man kun tilføre den netop dertil nødvendige Luft, vilde det være vanskeligt at faa den fordelt ligeligt til al Brændslet. Til nogle Steder af Fyret vilde der sikkert komme for lidt Luft, og her vilde der dannes Kulilte, som vilde gaa uforbrændt bort; for at undgaa dette, tilfører man en større Luftmængde, som Regel mellem $1^1/_2$ Gang og 2 Gange den nødvendige. Herved kommer „Kulsyreprocenten" i Røgen til at blive mellem 14 % og 10 %. Hosstaaende Tabel 2 angiver de til de forskellige Kulsyreprocenter svarende Luftmængder og Tabet i Kul i Procent af det forbrugte.

Tabel 2.

Kulsyre i Hundrededele af Røgmængde	Luftoverskudet er	Kultabet i Hundrededele af forbrændt Kul
19	1	0
15	1,3	12
13	1,5	14
12	1,6	15
10	1,9	18
8	2,4	23
6	3,2	30
4	4,7	45
2	9,5	90
	Gange saa stort som nødvendigt	

Brændslet. I alle vore Brændselssorter forefindes Stoffet Kul. Det forekommer i Kul og Træ, i Gas og Petroleum, og det stammer altid oprindelig fra Plante eller Dyreverdenen. Træet er det yngste Brændstof; der dannes daglig i Planterne, som opbygges af Kulstoffet fra Kulsyren i Luften. Tørven dan-

nes under Vand i Moserne af Rester af Plantevæksten i Mosen; disse Plantedele synker til Bunds og omdannes paa Grund af Trykket fra de overliggende Lag, som bliver tykkere og tykkere, og fordi den nødvendige Luft til Forraadnelse ikke kan komme til dem. Jo tykkere Tørvelagene bliver, jo større bliver Trykket paa de underste Lag, og jo længere skrider Omdannelsen af Plantedelene frem; Tørven bliver til Brunkul og disse omdannes atter i Tidernes Løb til Stenkul, som endelig efter Aartusinders Forløb, naar tykke Jordlag har dannet sig over dem, omdannes til det sidste og bedste af de faste Brændsler — Antracit.

Petroleum er en Olie, der er dannet af Fortidens Dyrerester, vistnok af Havdyr.

Træet benyttes under almindelige Forhold kun lidt som Brændsel her i Danmark, og som Regel kun hvor det er til Stede som Affaldsprodukt fra Fabrikationen, Spaaner og Smaastykker fra Snedkerier og Tændstikfabrikker; det efterlader kun lidt Aske, men indeholder nogen Fugtighed. — Frisk fældet Træ $^2/_5$ af sin Vægt, lufttørret Træ $^1/_5$ af sin Vægt. Fyrer man pludseligt med store Mængder af smaat, tørt Træ, Spaaner fra Afrettere og Save, bliver Forbrændingen let ufuldstændig, saa at der kommer Kulilte i Røgen. Foruden at der herved tabes Varme, risikerer man, at Kulilten, som bliver stærkt blandet med Luft, men ikke kan brænde, fordi Antændelsestemperaturen ikke er til Stede, pludselig — af en eller anden Aarsag, en Gnist eller en enkelt Flamme — antændes, og forbinder sig med Luftens Ilt. Antændelsen sker eksplosionsagtigt, og man taler om en Gaseksplosion i Træk eller Skorsten; som Regel indskrænker det sig til et Knald og en Rystelse af Murværket, men ofte er Eksplosionen saa stærk, at Murværket bliver ødelagt.

Tørven benyttes ikke i Almindelighed til Brændsel, undtagen den fremstilles nær ved det Sted, hvor den skal benyttes, da Transportomkostningerne let bliver store. Den almindelige lufttørrede Tørv indeholder $^1/_5$ til $^1/_4$ af sin Vægt i Vand. Askeindholdet er meget forskelligt, ved gode Tørv omtrent $^1/_{10}$ af Tørvens Vægt.

Brunkul, som er Tørvens næste Omdannelsesprodukt, findes enkelte Steder her i Landet, men kun som daarlige Sorter. De

indenlandske indeholder meget Vand og Aske, ofte over $^1/_2$ af dets Vægt, og vil derfor i Almindelighed ikke blive benyttet som Brændsel, til med da de daarlig taaler Transport; af den sidste Grund vil udenlandske Brunkul heller ikke blive benyttet. Derimod vil Briketter, sammenpressede af Affaldet fra Udlandets Brunkulgruber, ofte med Fordel kunne indføres, da Vandindholdet næsten fuldstændig forsvinder under Fabrikationen.

Stenkul og Antracit er det sidste Omdannelsesprodukt, de deles i magre, sintrende og bagende Kul. De magre Kul, hvortil Antracit og Waleskul hører, springer itu, naar de brændes i store Stykker, de brænder næsten røgfrit, da de ikke indeholder ret megen Gas og derfor ogsaa uden Flamme. De har en høj Antændelsestemperatur, kræver stærkt Træk og er et udmærket men dyrt Brændsel, der derfor som Regel bruges, hvor Kullene ikke maa tage for stor Plads op, i Skibe og lignende Steder.

De sintrende Kul brænder uden at springe itu og danner en af mindre Stykker bestaaende Masse. De egner sig godt til Anvendelse i Dampkedler.

De bagende Kul danner ved Ophedningen større Klumper, idet de sintrer og bager sammen. De egner sig ikke godt til Anvendelse i Dampkedler, thi de giver her Anledning til Stikflammer. der ved kunstig Træk kan blive farlige for Kedelpladerne De er ofte stærkt gasholdige, tilbøjelige til at give Røg, og man plejer derfor at blande den med andre Kulsorter forat faa ophævet nogle af deres daarlige Egenskaber. Smedekul er stærkt bagende Kul.

Gode Stenkul indeholder kun lidt Vand og Aske. De indeholder undertiden Svovl, som ved sin Forbrænding danner Syre, der kan ødelægge Kedelpladerne.

Kokes og Trækul anvendes næsten ikke som Brændsel ved Dampanlæg. De er dannede ved Ophedning af Kul og Træ, uden at Luften har faaet Adgang; derved er Gasarter og Fugtighed uddrevne.

I den senere Tid er man begyndt at benytte flydende Brændsler som Tjære og Olie til Dampkedelanlæg paa Landjorden. Naar

Fyret passes, giver de en god Forbrænding; Transporten er billigt, og Fyrpladsen let at holde ren.

Kapitel 3.
Vandet og Fordampningen.

Vandet. Vandet forekommer i Naturen i tre Former, luftformig som Vanddamp, flydende som Vand og fast som Is. Desuden forekommer det som en Bestanddel i Dyr og Planter og mange Mineralier.

Rent, destilleret, Vand er en omtrent farveløs Vædske, som kan opløse mange Stoffer; det forekommer derfor aldrig i Naturen. Det reneste naturlige Vand er Regnvand, som i Reglen kun indeholder lidt af de Luftarter, der findes i Atmosfæren, nemlig Ilt, Kvælstof og Kulsyre.

Brønd- og Kildevand er opstaaet ved, at Regnvand er sivet gennem Jordlagene og har opløst nogle af de Stoffer, det paa sin Vej har mødt. Vandets Evne til at opløse forøges i høj Grad, naar det indeholder Kulsyre, og derfor er den Kulsyre, det optog i Luften, af stor Betydning for den Mængde Stoffer der findes opløst. Desuden optager Vandet ved sin Passage gennem de øverste Lag en stor Mængde Kulsyre, hvorved dets Opløsningsevne yderligere forhøjes. Saanart Kildevandet har forladt Kilden, afgiver det noget af Kulsyren, hvorfor det udskiller nogle af de opløste Stoffer i Nærheden af den; har det i nogen Tid løbet hen ad Jordens Overflade i et Vandløb, eller har det samlet sig i en Sø, vil det indeholde langt færre faste Stoffer end Kildevandet. Vand, der indeholder over $^1/_{5000}$ af sin Vægt faste Stoffer opløst, kaldes haardt Vand; ellers kaldes det blødt. Regnvand og Vand i Vandløb og Søer er som Regel blødt, medens Brøndvandet og Kildevandet er haardt Vand. Da Jordbunden her i Danmark indeholder meget Kalk, vil mange af de Stoffer, der findes opløst i Vandet, indeholde dette Mineral.

Vandets Haardhed kan til Dels hæves ved Opvarmning til Kogning; de kalkholdige Stoffer udskiller sig herved delvis og

sætter sig paa Kogekarrets Vægge som en Skal, den saakaldte Kedelsten.

Ved 4° Celcius vejer 1 Liter Vand 1 kg. Opvarmes 1 Liter Vand ved 4° Celcius, udvider Vandet sig, det vil sige, det fylder mere end 1 Liter; det samme sker, naar det afkøles. Vandets Vægt pr. Liter er størst ved 4°. Afkøles Vandet til 0°, begynder det at størkne, det bliver til Is; man kan derfor have baade Is og Vand ved 0°. Ved fortsat Afkøling falder Varmegraden ikke, førend alt Vandet er blevet til Is. Vejer man 1 Liter Is ved 0°, finder man, at dens Vægt er $^9/_{10}$ kg altsaa $^9/_{10}$ af Vægten af 1 Liter Vand ved 4°; vejer man 1 Liter Vand ved 0°, finder man, at den vejer mindre end 1 kg. men kun ganske lidt mindre, d. v. s., at 1 Liter Is ved 0° vejer mindre end 1 Liter Vand ved samme Varmegrad. Vandet udvider sig altsaa, idet det bliver til Is. Man maa tømme Vandledninger og lukkede Beholdere, hvis man kan vente Frostvejr, thi ellers vil Vandet, naar det fryser, sprænge Vandledningen eller Beholderen, fordi det skal skaffe sig Plads til sin Udvidelse. Isen svømmer paa Vand, da den vejer mindre end det samme Rumfang Vand.

Fordampningen. Allerede ved lav Temperatur gaar Vandet over i sin tredje Form — Dampformen —; frossent Tøj bliver tørt, naar det hænger tilstrækkelig længe, fordi Vandet fordamper. selv om det er til Stede som Is; jo varmere Vandet er, jo hurtigere fordamper det, Tøjet tørrer hurtigere en varm Sommerdag.

Vanddamp er usynlig; den „Damp", man ser strømme ud af Tuden paa en Kedel, er ikke Vanddamp, men smaa Vanddraaber; Vanddampen, der er dannet ved Kogningen, omdannes til Vand og bliver derfor synlig, idet den kommer i det koldere Yderrum.

Opvarmes Vandet i et aabent Kar, ser man, at Dampen fra Overfladen bliver tættere og tættere, samtidig med at der danner sig smaa Bobler i Vandet; disse stiger til Vejrs og brister, idet de naar Overfladen; man ser da, at de indholder Damp. Opvarmes Vandet yderligere, ser man, at det pludseligt begynder at boble stærkt, og at meget tætte Dampe undslipper; man siger, at Vandet koger. Anbringer man et Termometer i

Vandet, vil man se, at Kogningen indtræffer ved 100 ° C. Fortsætter man Opvarmningen, opdager man, at Varmegraden holder sig ved 100°, og at Vandet i Karret efterhaanden forsvinder, — det omdannes til Damp og optages af Luften. Varmegraden bliver under Kogningen den samme, endskønt vi tilfører Vandet Varme fra Brændslet, denne Varme er brugt til at fordampe Vandet. Det viser sig, at man bruger lige saa meget Varme til at fordampe 1 kg Vand ved 100 ° som til at opvarme 540 kg Vand 1 ° Celcius. Da man kalder den Varmemænde, der skal til for at opvarme 1 kg Vand 1 °, for en Varmeenhed, behøver man altsaa 540 Varmeenheder til at fordampe 1 kg Vand ved 100 °.

Nu forsyner man Karret med et tætsluttende Laag og sætter det i Forbindelse med den ene Gren af det tidligere (Fig. 1) omtalte bøjede Glasrør, hvori der findes Kviksølv. Fortsættes Opvarmningen, vil man se, at Kogningen ikke begynder ved 100°, men at Varmegraden stiger mere og mere. Samtidig ser man, at Kviksølvoverfladen i de to Grene ikke længere staar lige højt, og at den staar lavest i den Gren, der er i Forbindelse med Karret. Ved 121° er Højdeforskellen mellem de to Overflader 760 mm. Spændingen af Dampen i Karret holder da netop Ligevægt med Atmosfærens Tryk og Trykket af en Kviksølvsøjle paa 760 mm; dette sidste Tryk er netop lige saa stort som Trykket af Atmosfæren, hvorfor Spændingen af Dampen ved 121 er 2 Atm. Ved Dampkedler plejer man at regne i Overtryk over Atmosfæren; man siger at Dampen ved 121° har et Overtryk, (over Atmosfæren) paa 1 Atm. Fortsættes Opvarmningen, og tænker man sig, at Glasrøret kunde gøres tilstrækkeligt højt, vil man finde, at Forskellen i Kviksølvoverfladernes Højde ved 134° blive 1520 mm d. v. s. 2 Gange 760 mm. Overtrykket er derfor ved 134° 2 Atm. Fortsættes paa denne Maade, faas de i hosstaaende Tabel angivne Tal. I Almindelighed regner man ikke i Atm. men i Kilogram pr. Kvadratcentimeter, og vi har før vist, at en Atmosfære er 1,03 kg pr. cm^2. De to sidste Rækker i Tabellen angiver de Temperaturer, der svarer til Trykkene i Kilogram pr. Kvadratcentimeter.

Aabner vi en lille Hane i Karrets Damprum, naar Temperaturen er 119,6 ° og Trykket 2 kg pr. cm^2, begynder Kogningen.

Tabel 3.

Overtryk i Atm ca. 760 mm. Kviksølv-højden	Tilsvarende Varmegrad i Celcius (Kogepunktet)	Overtryk i kg/cm²	Tilsvarende Varmegrad i Celcius. (Kogepunktet)
0	100	0	99.1
1	121	1	119,6
2	134	2	132.8
3	144	3	142,8
4	152	4	151,0
5	159	5	157,9
6	165	6	164,0
8	176	8	174,4
10	184	10	183,1
14	199	14	197,2

Tryk og Temperatur bliver under Kogningen stadig de samme, d. v. s. at 119,6 ° C. er Kogepunktet, naar Trykket er 2 kg pr. cm². De i Tabellen opførte Temperaturer er netop Kogepunkterne ved de dertil svarende Tryk.

I et lukket Rum, hvor der stadig er Vand og Damp tilstede, vil der altid være saa megen Damp, som der overhovedet kan være; vi kalder Dampen mættet, og vi kan forstaa, at Dampen i Dampkedlen er mættet. Opvarmer vi nu Rummet saa meget, at alt Vandet netop er fordampet, vil vi stadig have mættet Damp: men fortsætter vi Opvarmningen nogen Tid derefter, og bringer vi derpaa lidt Vand ind i Rummet, vil dette Vand straks fordampe; Rummet kan altsaa optage mere Damp nu, fordi Temperaturen er blevet højere, og nu taler vi om umættet Damp. Afkøles Rummet igen, ser man, at der paa et ganske bestemt Tidspunkt, f. Eks. ved et Tryk i Rummet paa 5 Atm. Overtryk og en Temperatur paa 159 ° (se Tabellen) begynder at dannr sig Vand. Her er Dampen igen mættet. Tabellen angiver ruden Kogepunkterne den mættede Damps Temperaturer ved de tilsvarende Tryk. Kogningen indtræder, naar Trykket af Dampen i de smaa Bobler nede i Vandet netop er saa stort, at de kan undvige.

Naar det drejer sig om Damp ved højere Tryk, kaldes umættet Damp i Teknikken for overhedet Damp. Opvarmningen sker i et Apparat, som kaldes en Overheder.

DAMPKEDLEN

Kapitel 4.

Ildsted, Rist og Fyring.

Varmens Udnyttelse. Røgen ledes fra Ildstedet gennem Kedlens Træk til Skorstenen; idet den varme Røg passerer langs Kedlens Flader, afgiver den sin Varme til Pladerne, som indvendigt berøres af Vandet; dette optager derfor den Varmemængde, som Pladerne har modtaget af Røgen, hvorved det opvarmes, kommer i Kog og udvikler den Damp, som Kedlen afgiver. Røgen er derfor varmest i Ildstedet og bliver koldere og koldere, jo flere af Kedlens Flader, den har bestrøget.

Jo større Forskel der er mellem Røgens og Vandets Varmegrad, jo mere Varme vil Røgen kunne afgive til Vandet, og derfor er de første Dele af Kedlens Flader, der bestryges af den varmeste Røg, mere virkningsfulde end de sidste Dele; jo mere Vand, der kommer i Berøring med den af Røgen opvarmede Plade, jo lettere vil Varmen fra Pladen blive optaget af Vandet, og derfor vil de Dele af Kedlens Flader, der ligger saaledes, at Vandet hurtigt strømmer forbi dem, være mere virkningsfulde end Dele, hvor Vandet er i Ro. Derfor er det en Fordel ved en Kedel, at Vandet i den kommer i kraftig Bevægelse. Den Røg, der forlader Kedlen, skal være afkølet saa meget som muligt, thi den Varme, den fører med sig, er tabt.

Foruden ved Berøring mellem Røgen og Pladerne kan Brændselets Varme ogsaa overføres til Pladerne og dermed til Vandet ved Straaling fra det glødende Brændselslag eller fra Murflader, der er opvarmede ved Berøring med Ild eller Røg. Ved Kedler med indvendigt Ildsted er det betydelige Varmemængder, der overføres paa denne Maade.

Den Del af Kedlen, der bliver berørt af Røgen, kaldes Hede-

fladen. Det vil af ovenstaaende forstaas, at de Dele af Hedefladen, der ligger tidligt i Trækkene, vil frembringe den største Dampmængde pr. Kvadratmeter, og da især de Dele, der ligger saadan, at Vandstrømninger i Kedlen fører Vandet hurtigt forbi dem, navnlig naar de bliver udsat for direkte Bestraaling af Brændselslaget eller glødende Murdele, medens de sidste Kvadratmeter af Hedefladen kun vil frembringe en mindre Dampmængde.

Jo større man gør Hedefladen af en Kedel, jo mere vil Røgen blive afkølet, men denne Afkøling kan ikke drives alt for vidt, thi da vil Skorstenen ikke trække. Denne er helt fyldt med varm Røg, som vil søge at stige til Vejrs, fordi den er lettere end Luften uden for; jo varmere den er, jo lettere vil den være i Forhold til Yderluften, og jo hurtigere vil den søge at komme opad til Skorstensmundingen; derved vil den give Plads til mere Røg under sig. Røgen vil derfor have en stadig Bevægelse opad i Skorstenen og dermed ogsaa igennem Trækkene, og denne Bevægelse vil blive stærkere, jo varmere Røgen er. Den fremkommer paa Grund af den Varme, Røgen indeholder, og den Varme frembringer ingen Damp i Kedlen; derfor er den tabt, men dette Varmetab er nødvendigt for at faa Træk i Skorstenen og kan derfor ikke undgaas; Tabet maa ikke blive større end netop nødvendigt til at frembringe den fornødne Træk.

Stiger Dampforbruget, maa Kedlen anstrænges mere, men herved bliver Røgens Varmegrad højere paa ethvert Punkt af Trækkene og ogsaa i Skorstenen. Til Forbrænding af den større Kulmængde maa der tilføres mere Luft, og Røgmængden bliver ogsaa større; der kommer mere og varmere Røg i Skorstenen, Tabet bliver større, Fyringen mindre økonomisk og Dampen dyrere. Man bør derfor tænke paa at faa en større Kedel, naar Skorstensrøgen bliver for varm.

Ildstedet skal være saa rummeligt, at Flammen frit kan faa Lov til at danne sig; dets Højde maa indrettes efter Højden af Kullaget og efter Kulsorten. Langflammede Kul kræver et højere Ildsted. Det bør ogsaa være højere, hvis dets Loft dannes af Kedlens Plader, end hvis det dannes af Murværk. Kedelpladerne vil altid være forholdsvis kolde, og naar en Flamme

rammer en kold Flade, vil Forbrændingen i den ikke blive fuldstændig, fordi den Varmegrad, de kolde Plader tillader Flammen at have, let bliver lavere end Antændelsestemperaturen for Gasarterne i Flammen. Er Loftet i Ildstedet derimod af Murværk, vil det være glødende, naar Kedlen er i regelmæssig Drift, og netop hjælpe med til at holde Varmegraden af Flammen høj. Ildstedet bør være rummeligere, jo daarligere Brændsel der benyttes, thi jo mere Brændsel skal der brændes, og det bør ligge saaledes, at Brændslet bekvemt kan kastes derind, og at Aske og Slagger let kan rages ud.

Efter som Ildstedet er anlagt inden i, foran eller under Kedlen, taler man om Indfyringskedler, Forfyringskedler eller Underfyringskedler.

Ved Indfyringskedler er Ildstedet anbragt inden i Kedlen og helt omgivet af kolde Plader; derfor vil det ofte blive vanskeligt at faa det tilstrækkeligt rummeligt og at skaffe tilstrækkelig Plads til, at Flammen kan udvikle sig og faa den høje Varmegrad, der er nødvendig til dens fuldstændige Forbrænding, og der vil derfor ofte navnlig ved langflammede Kul finde en ufuldstændig Forbrænding Sted. Paa den anden Side ligger Ildstedet helt omgivet af Vægge, der kan modtage Varmen, og intet af Straalevarmen gaar tabt.

Ved Forfyringskedlen kan man faa udmærkede Forbrændingsforhold. Ildstedet ligger omgivet af glødende Murværk, saa at Flammetemperaturen bliver høj, og Forbrændingen let bliver fuldstændig, men der overføres saa godt som ingen Varme ved Straaling. De store Murflader afgiver store Varmemængder til Omgivelserne, og Opfyringen er besværlig, fordi Forbrændingen først bliver god, naar Muren er varmet op. De vil derfor kun kunne anvendes med Fordel ved specielle Brændselssorter, navnlig saadanne, hvor der skal forbrændes store Brændselsmængder, der tager megen Plads op i Forhold til deres Varmeindhold, fordi Forfyret jo kan bygges saa rummeligt, man vil.

Forfyringskedler er sjældent anvendte her i Landet og bygges sædvanlig kun, hvor man ønsker at brænde Affald fra Fabrikationer, f. Eks. i Garverier, hvor Barkaffaldet brændes, i Snedkerier, hvor Træaffald brændes og nu i de senere Aar til Tørve- og Brunkulsfyring.

Ved Underfyringskedler ligger Ildstedet i et af glødende Mure omgivet Rum under Kedlen, men denne selv danner Loftet i Rummet. Derfor vil Forholdet her komme til at ligge imellem Forholdene ved Indfyringskedler og Forfyringskedler. Underfyring bruges her i Landet overordentligt meget ved store Kedler, — Vandrørskedler har altid Underfyring —, men sjældent ved smaa Kedler.

Hvad enten man nu anvender den ene eller den anden Anbringelse af Ildstedet i Kedlen, maa der findes en Bærer for Brændslet, og hertil anvendes Risten. Foruden at danne Understøtning for Brændselet skal denne ogsaa tjene til at fordele Forbrændingsluften paa rigtig Maade og lede den til Brændselet.

Planristen. Den almindeligt anvendte Rist er Planristen. Den dannes af et større eller mindre Antal Ristestænger eller Risteplader, lagt ved Siden af hinanden, saa at de danner en plan Flade, i hvilken der findes Revner eller Huller, hvorigennem Forbrændingsluften kan passere. For at Slaggerne lettere kan fjernes, bør Ristefladen være haard, hvorfor man ofte fremstiller Stængerne saaledes, at deres Overkant er haardstøbt. Ristestængerne skal være saa høje, at de kan bære Brændslet; saafremt de er høje, naas der desuden det, at Forbrændingsluften kan optage Varme fra dem, idet den passerer forbi dem, og man faar derved baade Luften forvarmet og Stængerne afkølede. De bør omtrent være lige høje i hele deres Længde, hvorved man opnaar, at faa mere ensartet Træk gennem alle Punkter af Ristefladen. De skal være tyndere i Underkant end i Overkant; for at Askedelene let kan falde igennem og ikke klemmer sig fast. Paa Siden forsynes de med Knaster, der berører hinanden, naar Stængerne lægges paa Plads, og hvorved Bredden af Spalterne er bestemt; samtidig kommer Stængerne til at støtte hinanden, saa at de ligger paa rette Maade i Risten. Jo større Brændselsstykkerne er, jo større kan Spaltebredden gøres. Stængerne skal kunne forandre deres Længde frit, idet de udvider sig, saa at de ikke kommer til at klemme og derved krummer sig. Deres ene Ende er derfor glat eller afskraaet og skyder sig ved Udvidelsen af Stangen hen ad Ristebæreren her, medens den anden Ende er forsynet med et Hak, hvorved den fastholdes til sin Ristebærer. Den almindeligst anvendte Riste-

stang er den almindelige Fladstang Fig. 2 f og g, men man har søgt at faa Lufttilførslen til Brændselet mere ensartet ved at give Stængerne mere indviklede Former, f. Eks. Polygonristestangen Fig. 2 b og Slangeristestangen Fig. 2 c. Fig. 2 a d og e viser desuden et Par andre Ristestangsformer. Da saadanne Former vanskeliggør Ristens Rensning for Slagger, bør de ikke anvendes ved Brændsel, der danner megen og flydende Slagge.

Saa længe Forbrændingen foregaar kraftigt, kan den store Luftmængde, der passerer Risten, holde Stængerne afkølede;

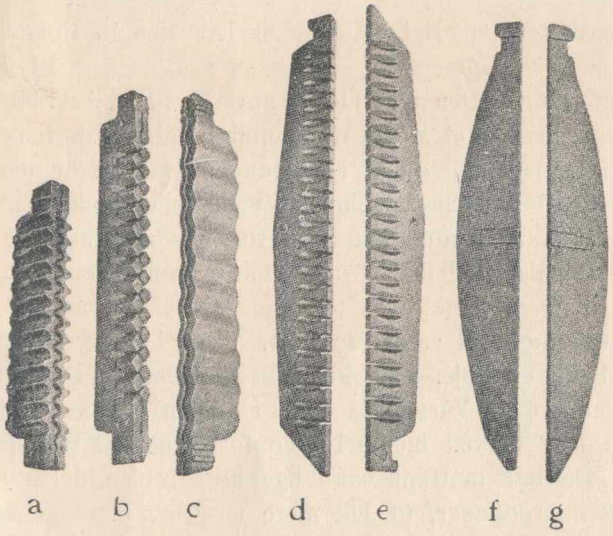


Fig. 2.

men danner der sig for megen Slagge, vil Varmen fra Brændselslaget forplante sig ned i Ristestængerne, fordi der nu ikke kommer saa meget Luft til dem, at de holder sig afkølede; de opvarmes derfor stærkt og vil krumme sig baade i Side- og i Højderetningen; Ristespalterne faar dels ikke den rette Størrelse overalt, og dels bliver de ikke lige vide alle sammen, saa at Luftfordelingen gennem Brændselet bliver uensartet, og dette lettere falder igennem. Det samme sker, hvis der brændes større „Huller" i Brændselslaget eller ved Fyrbroer med Lufttilførsel, naar disse lader for megen Luft passere, thi da vil der paa

andre Steder af Risten passere for lidt Luft, og den uheldige Opvarming af Ristestængerne bliver Følgen. Ristestængerne hviler, som Fig. 3 viser fortil paa den bageste Del af Fyrkarmen, den saakaldte Dødplade og bagtil paa Fyrbroen. Skal Risten være lang, maa den dannes af flere Rækker Ristestænger Fig. 3, der foruden paa Fyrbro og Dødplade hviler paa indskudte Understøtninger — Ristebærerne.

Ildstedet begrænses bagtil af Fyrbroen, som er opbygget af ildfaste Sten, og som hviler paa et Jernunderlag, paa hvis For-

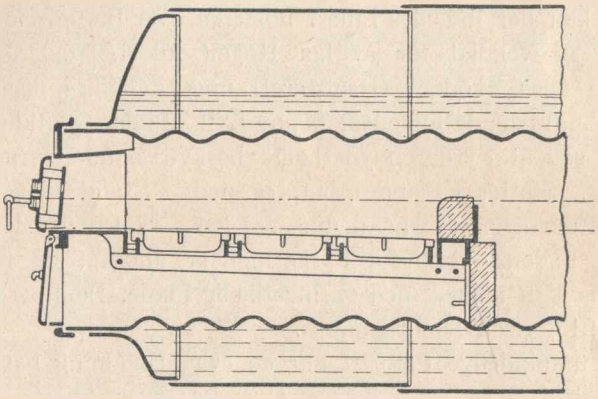


Fig. 3.

kant Ristestængerne hviler. Fyrbroen skal være noget højere end Brændselslaget.

Rummet under Risten kaldes Askefaldet; det tjener dels til at opfange de gennem Risten faldende Askedele og dels til Fordelingsrum for Forbrændingsluften; det afsluttes bagtil af Fyrbroens Jernunderlag, saa at Luften for at komme ind i Ildkanalen maa passere Rist og Brændselslag. Røgen, der forlader Brændselet, slaar nu tilbage over Fyrbroen og tvinges noget op ad af denne, som jo er højere end Brændselslaget. Derved blandes Røgen fra forskellige Steder af Fyret godt; hvis der nogle Steder er dannet brændbare Luftarter, vil disse komme i Berøring med Røg, der indeholder Ilt, og bryde i Brand, idet de passerer den glødende Fyrbro.

Fortil begrændses Ildstedet af Fyrkarmen, der forfærdiges af Smedejern eller Støbejern og boltes til Murværket eller Kedlens Forside. Den er forsynet med to Aabninger; den ene, Fyraabningen, hvorigennem Brændslet kastes ind paa Risten, kan lukkes med Fyrdøren, som bør slutte tæt til Fyrkarmen og kan fastholdes ved en Klinke. Dens Hængsler er anbragt saaledes, at den af sig selv falder ind mod Fyrkarmen. Fyrdøren er ind imod Ildstedet forsynet med en Brændplade, der beskytter den mod Varmen fra Fyret. Der er ofte i Fyrdøren anbragt Smaahuller eller Spalter, som kan lukkes med en Klap eller et Skod; herved kan der indledes Luft i Ildstedet over Brændselet, hvilket ofte er nødvendigt for at faa Røgen fuldstændigt forbrændt. Klappen eller Skoddet (Registeret) maa indstilles, saa at den rigtige Luftmængde indledes; denne Luft afkøler samtidig Brændpladen, saa at Fyrdøren yderligere beskyttes mod Varmens Indvirkning. Slutter Fyrdøren tæt, er man i Stand til at regulere den Luftmængde, der ad denne Vej ledes til Brændselet.

Den anden Aabning i Fyrkarmen er anbragt ud for Askefaldet og kan lukkes med en indstillelig Plade, Dæmperen, hvorved Lufttilførslen kan reguleres.

Den almindelige Planrist har en svag Hældning bagtil, hvorved Kedelpasseren har bedre Oversigt over Fyret og derfor lettere opdager de Punkter, hvor Forbrændingen ikke foregaar rigtigt og faar Lejlighed til at rette Fejlene.

Fyringen paa Planristen. Fyringen bør foregaa økonomisk og saaledes, at der ikke kommer synlig Røg op af Skorstenen. Naar en Skorsten ryger, det vil sige udstøder sort Røg, er det, fordi der i Forbrændingsprodukterne findes findelt Kul — Sod. Denne Sod vil dels sætte sig paa Kedelfladerne og gøre det vanskeligt for Røgen at afgive sin Varme til Pladerne, men desuden vil den være generende for de omboende, hvis Skorstenen ikke er meget høj, fordi der lægger sig Støv over alting i Omegnen. I og for sig spiller dette Kulindhold i Røgen kun en mindre Rolle for Økonomien, thi det er kun saa lidt i Forhold til den Kulmængde, der brændes, men det betyder altid, at Forbrændingen ikke er økonomisk. Der kommer nemlig ikke synlig

Røg, undtagen der er Kulilte eller andre forbrændelige Luftarter i Røgen, og det Tab, der lides herved, er, som før forklaret, meget stort. Det kan kun undgaas ved, at der tilføres Brændslet mere Luft. Foruden det ubehagelige Støv, der falder, naar Skorstenen ryger, vil den Kulilte, Røgen indeholder, være skadelig for Mennesker, Dyr og Planter i Omegnen, og man bør derfor under Fyringen holde Øje med Skorstenen og lede sin Fyring saaledes, at Røgen undgaas eller bliver saa svag som mulig. Den gamle Regel: Jo mindre Røg, jo bedre Kedelpasser, slaar ofte til. Man maa dog ikke tilføre Brændslet mere Luft end nødvendigt, thi saa bliver Fyringen uøkonomisk, fordi der som tidligere forklaret, gaar for megen Varme bort med Forbrændingsprodukterne. Det gælder her om at lede sin Lufttilførsel og Forbrænding paa rette Maade, og derved vil naas, baade at Røgen generer saa lidt som muligt, og at Brændselet bliver godt udnyttet.

Fyringen paa Planrist kan ske paa forskellige Maader, og ved rigtig Fremgangsmaade blive tilfredsstillende; i al Almindelighed kan der ikke siges noget om, hvorledes den skal foregaa. Kedelpasseren maa i hvert enkelt Tilfælde prøve sig frem og vælge den Fremgangsmaade, der er den fordelagtigste for det Brændsel, han har til Raadighed, og det Fyranlæg, han arbejder ved.

Der kan dog opstilles 3 Hovedmetoder:

1) Ensformig Dækning af hele Glødelaget med frisk Brændsel.

2) Dækning af den første Del af Glødelaget med frisk Brændsel, efter at det øverste Lag (undertiden alle Gløder) er skudt tilbage mod Fyrbroen.

3) Afvekslende Dækning af enkelte Dele af Glødelaget.

Ensformig Dækning af hele Glødelaget anvendes, hvor man har Kedlen stærkt belastet, men giver ved anstrængt Fyring megen Røg. Skal Røg undgaas, maa man fyre tidt og kun sprede et tyndt Lag ud over Gløderne. Herved holder Ildstedet sig stadigt varmt, der dannes kun lidt Gas, idet Brændslet kommer paa, og denne Gas forbrænder let, fordi Varmegraden er høj, og Kullaget tyndt, saa at Luften let kan komme igennem det.

Spreder man et tykt Lag ud over Gløderne, især naar disse er godt udbrændte, bliver Ildstedet stærkt afkølet, og der danner sig pludseligt store Gasmængder, som ikke kan forbrænde paa Grund af den lave Temperatur, og fordi der ikke kan komme Luft nok igennem det tykke Brændselslag.

Ved den anden Metode skyder Kedelpasseren det paa den forreste Del af Risten liggende øverste Lag Gløder tilbage mod Fyrbroen og dækker derpaa den samme Del af Risten med friske Kul, alt efterat Brændslet er passende udbrændt, men inden der er brændt Huller i Laget. Det friske Brændsel begynder da at afgive Gas, men der kommer ikke pludseligt større Mængder; førend Gasarterne naar hen til Fyrbroen, maa de stryge hen over de glødende Kul, hvor der baade er Luft nok til deres Forbrænding og en Varmegrad, der er høj nok til at antænde dem. Man kan ogsaa skyde alle Gløderne fra den forreste Del af Risten tilbage og kaste de friske Kul paa den bare Rist, idet man dog lader en smal Stribe af Gløder ligge paa hver Side af den. Herved bliver de friske Kul afgassede, men det varer noget længere, førend dette sker, end ved den anden Fremgangsmaade, fordi Opvarmningen fra neden mangler. Forbrændingen af Gasarterne sker som før, idet de stryger hen over de glødende Kul henne ved Fyrbroen.

Ved denne Metode faar man en god Forbrænding, men den lader sig ikke anvende, naar Fyringen skal forceres, fordi den forreste Del af Risten med de friske Kul er omtrent virkningsløs. Kedelpasseren maa nøje passe paa, at han netop kaster saa mange Kul ind, at de er fuldstændig afgassede i det Øjeblik, da Gløderne bagtil er udbrændt.

Skal Metoden anvendes ved anstrængt Drift, maa Risten forøges, saafremt man ønsker at producere lige saa meget Damp som i første Tilfælde.

Ved den tredje Metode kaster man de friske Kul paa enkelte Steder ef Risten f. Eks. i en bred Stribe midt paa Risten og lader Gløderne i en Stribe ved hver Ristekant blive ubedækkede, eller man dækker, navnlig ved brede Ristflader, afvekslende den ene eller den anden Halvdel af Risten; man naar ganske det samme som før; de dannede Gasarter kommer til at stryge over

glødende Kul, hvorigennem der kommer rigelig Luft, hvorfor Forbrændingen af dem indtræffer.

Ved alle Fyringsmetoder maa Kedelpasseren passe paa, at Ilden ved Fyrbroen brænder klart, og at der ikke er Huller i Brændselslaget her.

Som før sagt maa Kedelpasseren prøve sig frem og vælge den Metode, der er mest økonomisk; han kan blive nødt til paa Tider, hvor Dampforbruget er mindre, at gaa over fra den ene Metode til den anden, og han maa stadig erindre, at alle de Kul, han uden Nytte brænder i Fyret, ikke alene koster Kedlens Ejer mange Penge, men ogsaa betyder et Pengetab for det Samfund, hvis Borger han er, og dermed for ham selv.

Naar Forbrændingen har varet nogen Tid, viser det sig, at der paa Risten har dannet sig et fast, undertiden halvsmeltet Lag af Askedele. Asken falder kun delvis gennem Risten, og Resten af den smelter paa Grund af den høje Varmegrad, der hersker, sammen til „Slagger"; disse maa fjernes for at faa Luften til at passere Risten, og dette maa ske hyppigere eller sjældnere, eftersom der bruges mere eller mindre Brændsel, eller eftersom Brændslet er tilbøjeligt til at danne Slagger eller ikke. Tilstedeværelsen af Slagger kan opdages ved at se ind i Askefaldet; viser det sig da, at der paa Dele af Risten under Ristestængerne findes mørke Steder, saa er dette Slagger, som maa fjernes. Ved Afslagningen bliver Fyret stærkt afkølet, da man lader det brænde stærkt ud, for at formindske det uundgaaelige Kultab, der lides, idet Slaggerne rages ud, og man maa derfor afslagge paa Tidspunkter, hvor Dampforbruget er mindst. Efter Udbrændingen skyder Kedelpasseren de paa Slaggelaget liggende Gløder bagtil eller til Siden, hvorefter Slaggerne rages ud med Askerageren; nu trækkes Gløderne hen paa den rensede Del af Risten, og Slaggerne fjernes fra den øvrige Del. Efter at de Gløder, der er tilbage, er spredt ud over Risten, kan endelig Fyringen genoptages.

Har man flere Ildsteder som f. Eks. i Lancashire-Kedlen, renses det ene Ildsted først, og man venter med Rensningen af det andet, indtil Ilden i det første brænder godt. Efter Rensningen bør Fyringen foretages i tynde Lag, indtil der har dannet

sig et passende tyndt Lag Gløder paa Risten. Med gode Kul bør der ikke renses Fyr mere end to Gange daglig.

Det følger af sig selv, at Rensningen af Fyret bør foregaa saa hurtigt som muligt og dog omhyggeligt. Ved Udbrændingen, Aabningen af Fyrdøren og Behandlingen af Risten føres der en stor Mængde kold Luft ind i Trækkene; herved formindskes Dampudviklingen; men desuden frembringes der ved Afkølingen af Kedlen Sammentrækninger af Pladerne, som ødelægger Kedlen. Kedelpasseren bør derfor formindske Trækket og have sit Fyrværktøj parat, før Rensningen begynder, for ikke at spilde Tiden ved at hente det. Han maa dog være forsigtig ved Aabningen af Fyrdøren, naar Trækket er formindsket, thi det kan ske, at der derved pludselig antændes Gas, som har dannet sig. Flammen herfra kan slaa ud af Fyrdøren og forbrænde ham.

Der findes Apparater, hvorved Trækket af sig selv formindskes, idet Fyrdøren aabnes.

Planristen anvendes i Indfyringskedlen — den korniske — (med en Ildkanal) og Lancashire-Kedlen (med to Ildkanaler) samt i Lokomobiler og Lokomotiver og i den opretstaaende cylindriske Kedel. Endelig benyttes den i den almindelige Skibskedel.

Ved Forfyringskedler anvendes den kun sjældent, og da som Regel saa meget skraat stillet, at Brændslet af sig selv kan glide ned af Risten; i saa Tilfælde kaldes den en **Skraarist**.

Ved Underfyringskedler anvendes den overordentligt meget ved Vandrørskedlerne, samt ved den almindelige cylindriske Underfyringskedel og den liggende Trækrørskedel, men disse to anvendes sjældent her i Landet.

Ved nogle Brændselssorter kan man ikke faa ledet Luft nok til Ildstedet gennem Rist og Register, og Gasarterne vil da ikke blive fuldstændig forbrændt, man fører da mere Luft til henne ved Fyrbroen; dette kan ske ved, at man gennem Fyrbroen fører Kanaler, som man helt eller delvis kan lukke, og hvorigennem noget af den Luft, der kommer ind i Askefaldet, ledes ind bagved eller over Fyrbroen, hvor den blandes med Røgen. For at faa Blandingen udført fuldstændigt, giver man Kanalerne Mundstykker af forskellig Form. Man kan ogsaa give de bageste

Riststænger en særlig Form, idet man lader dem krumme opad, saa at de ikke er dækkede af Brændselslaget. Luften har da let ved at komme igennem her og blandes godt med Røgen; man maa passe godt paa, at der ikke kommer for megen Luft igennem, men kun den Luftmængde, der er tilstrækkelig, til at forbrænde Gassen. Foruden at man som før sagt (Side 26) kan forbrænde Risten, faar man let for stort Luftoverskud i Røgen og dermed en daarlig Udnyttelse af Brændselet.

Kastefyringsapparat. Fig. 4 viser et Apparat, hvorved Haandfyringen paa Planristen er erstattet med en mekanisk Indkastning af Brændslet. Dette opbevares i en tragtformig Kasse, fra hvis Bund det falder ned paa en Ledeplade, der fører det ned paa en buet Plade foran en Kasteskovl. Denne bevæges frem og tilbage. Idet den ad mekanisk Vej føres til højre, strammes en Fjeder, som stræber at trække den i modsat Retning. Naar Fjederstramningen er tilstrækkelig, frigøres Pladen, idet en Knast paa Bevægeakslen glipper forbi en Knast paa Pladens Aksel, og Fjederen trækker med stor Kraft Pladen fremad. Det Brændsel, der imidlertid har samlet sig paa den buede Plade, kaster den da som Pilen viser ind paa Risten. I Virkeligheden findes der tre eller fire Knaster af forskellig Højde, som afvekslende virker paa Kasteskovlens Knast; derved faas forskellig Fjederspænding i Frigørelsesøjeblikket, og derved kastes Brændslet længere eller kortere ind, hvorved det fordeles jævnt over hele Risten. Fyringen kommer derved til at svare til Fyringsmetoden 1 — en ensformig Dækning af Glødelaget paa Risten.

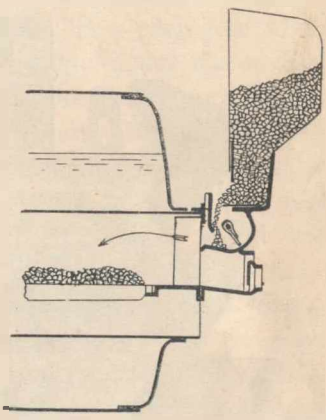


Fig. 4.

Reguleringen af Brændselstilførslen sker dels ved at lade Kastene blive hyppigere (Bevægeakslen omdrejes hurtigere) og

dels ved at indstille paa de viste vandrette og lodrette Plader i Fyldetragtens Bund.

Fyrrensningen foretages gennem en Dør under Fyrapparatet.

Vandre- eller Kæderisten. Skal Ristefladen være meget stor, bliver det vanskeligt at fordele Brændslet paa rigtig Maade over den, og man er derfor gaaet over til de saakaldte Vandre- eller Kæderiste, hvorpaa Brændslet af sig selv falder ned og fordeles.

Fig. 5 viser en Kæderist af Fabrikat Babcock & Wilcox, saaledes som den anvendes til mange Vandrørskedler her i Dan-

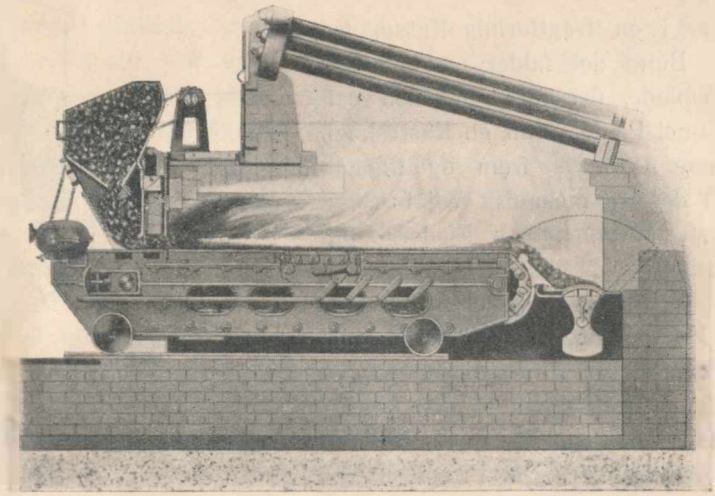


Fig. 5.

mark. Selve Ristefladen er plan og dannes af en hel Mængde ved Siden af og i Forlængelse af hinanden liggende ganske korte Ristestænger, som indbyrdes er forbundne ved Bolte i Hængselsled. Tilsammen danner alle disse Ristestænger en bred endeløs Kæde, som bevæges over to Valser ved et Kædetræk. Brændslet falder af sig selv ned paa Forsiden af Risten fra en bred Tragt, og en Afstrygerplade sørger for, at Brændselslaget har en passende Tykkelse. Over den forreste Del af Risten er opmuret en Hvælving af ildfaste Sten, og denne holdes stadig

glødende af Ilden. Under den forreste Del af Hvælvingen er der ikke Ild i Brændselet, men Varmen fra Murværket faar Gasarterne til at udvikle sig, og disse søger tilbage i samme Retning som den, hvori Risten bevæger sig. Længere henne bagtil er der Ild i Brændselet, og Gasarterne blandes her med Luft og bryder i Brand; paa Midten af Risten er der Gløder, alle Gasarter brænder, fordi Temperaturen er høj nok, og der gaar tilstrækkelig Luft igennem Brændselslaget. Jo længere Gløderne bevæger sig tilbage med Risten, jo mere udbrændte er de, og naar de kommer til det Punkt, hvor Risten vender, idet den bevæger sig over den bageste Valse, skal de være helt udbrændte. Asken og Slaggerne, der dækker Risten, forhindrer dog Luften i at passere gennem Risten i alt for stor Mængde. For yderligere at formindske Lufttilførslen her, findes der bagtil under Risten Klapper, som kan aabnes eller lukkes, efter som Brændselet er brændt ud paa et tidligere eller senere Tidspunkt; Kedelpasseren maa være i høj Grad omhyggelig med Lufttilførslen, da der netop ved Kæderisten kan komme store unyttige og derfor skadelige Luftmængder op i Ildstedet. Ved den bageste Valse fjernes Slaggerne fra Risten ved en Afstryger, og man kan indrette det saaledes, at de kan falde ned igennem Aabninger i Kedelfundamentet og fjernes uden Vanskelighed, hver Gang man vipper en Klap bag Afstrygeren. Afstrygeren danner desuden en Barriere, hvorfor der foran den ophober sig en Vold af Slagger, der paa dette Sted yder en Modstand mod Luftgennemgangen, som ellers vilde blive stor.

Hele Risten kan køres ud af Ildstedet til Eftersyn, naar det er nødvendigt. Reguleringen af Fyret bør ske ved Forandring af Ristens Hastighed og ikke ved at forandre Brændselslagets Højde; thi denne Højde er bestemt af Kulsorten og maa kun forandres, naar man skifter Brændsel, eller naar man faar en virkelig Forandring i Dampforbruget, som strækker sig over længere Tid. Kæderisten giver en god Udnyttelse af Brændslet, men den egner sig fortrinsvis for Steder med et jævnt Dampforbrug. Forøges dette nemlig pludseligt, kan man ikke lige saa hurtigt forrøge Kulmængden paa Risten; dette bør jo kun ske ved at forøge Ristens Bevægelseshastighed, men denne er jo kun lille, og det

varer derfor nogen Tid, førend der er kommet stærkere Fyr; omvendt kan man ikke ved en pludselig Formindskelse i Dampforbruget hurtigt dæmpe Fyret; det varer nogen Tid, førend Fyret bliver mindre, og imedens begynder Sikkerhedsventilen at blæse, fordi Kedlen udvikler mere Damp, end der forbruges. Samtidig med Forandring af Ristehastigheden maa Kedeltrækket selvfølgelig forandres, saa at Lufttilførslen til Brændslet bliver passende.

Kulstykkernes Størrelse bør ikke være for stor (ikke over 50 mm) og helst ikke alt for uregelmæssig. Det kan ikke undgaas, at ganske smaa Kulstykker falder gennem Risten; disse bør opsamles og kastes op i Fyldetragten.

Forbrændingen paa Kæderisten foregaar nærmest efter Fyringsmetode 2.

Underblæst. Skal man i en Kedel forbrænde svært antændelige Brændselssorter eller meget fintkornet Brændsel, lader dette sig vanskeligt gøre paa den almindelige Planrist, da der paa denne i saa Fald ikke kan forbrændes saa meget Brændsel, at Kedlen kan udvikle den Damp, der skal bruges. Man maa da sørge for, at Brændslet brændes hurtigere ud, og dette kan man gøre ved at forøge den Luftmængde, der tilføres Ildstedet. Med en Blæser trykkes der Luft ind i Askefaldet, som da maa være lufttæt lukket ud imod Fyrpladsen; derved vil den Luftmængde, der passerer Risten, blive forøget. Ved Forbrænding af det fine Brændsel maa Ristestængerne ligge tæt ved Siden af hinanden, for at Brændselsstumperne ikke skal falde igennem; ofte erstatter man Ristestængerne med Støbejernsplader, hvori der findes Huller, hvis Tværmaal foroven er 3 à 7 mm, medens det forneden er 15 à 20 mm. Igennem disse Huller tvinges Luften til at blæse op i Brændslet, og hvert Hul danner derfor Udgangspunktet for en kraftig Forbrænding. Hullerne er ofte ordnede i Grupper, hvorved Forholdene forbedres Stiger Dampforbruget, maa Luftmængden forøges, og dette sker ved at regulere paa et Spjæld i Blæseledningen. Lufttrykket i Ildstedet skal have en saadan Størrelse. at hverken Flammen har Tilbøjelighed til at slaa ud igennem Fyrdøren, eller Luften

udefra nogen Tilbøjelighed til at slaa ind i Ildstedet, det vil sige, at Lufttrykket i Ildstedet skal være det samme som paa Fyrpladsen. Paa Grund af den kraftige Luftstrøm gennem Hullerne, falder der næsten ingen Aske ned i Askefaldet, al Asken maa rages ud igennem Fyrdøren. I Lukket for Askefaldet fortil anbringes en lille Dør, hvorigennem den Smule Aske, der falder igennem Risten, kan rages ud.

Trapperisten. I Stedet for Planristen anvender man undertiden en anden Risteform nemlig Trapperisten. Som Navnet antyder, ligner Ristefladen en Trappe, dennes Trin, der oftest

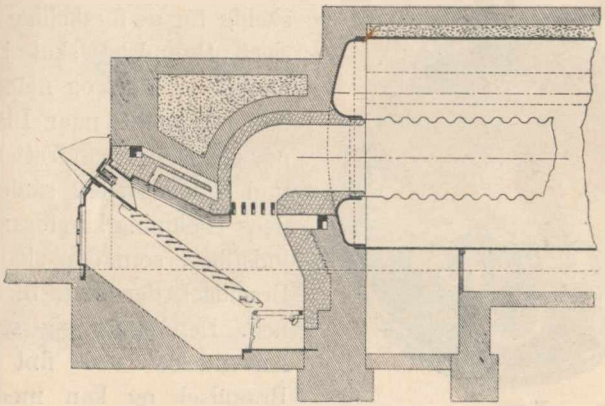


Fig. 6.

er vandrette, dannes af Ristestængerne, som er flade og i hver Ende bæres af Støbejernsvanger. De ligger tæt ved hinanden, og hver Stang springer et lille Stykke frem foran den overliggende, saaledes at Risten kommer til at danne en skraatstillet Flade. Foroven findes anbragt en tragtformig Kasse, hvori Brændslet hældes, og hvorfra det falder ned paa Risten; paa denne bevæger det sig fra Trin til Trin ved sin egen Vægt, og derfor maa dens Hældning have en saadan Størrelse, at Bevægelsen af Brændslet nedad ikke ophører. Forneden anbringes en lille Planrist, der enten kan kippes ned saaledes som vist paa Fig. 6 eller trækkes ud som et Skod.

Forbrændingen paa Trapperisten foregaar omtrent som paa Kæderisten, paa den forreste og øverste Del ligger det friske Brændsel, som afgiver sin Gas paa Grund af Varmen fra den glødende Hvælving. Efterhaanden som Brændslet glider længere ned ad Risten, bliver det mere og mere afgasset, og det skal være rene Gløder, naar det naar den nederste Tredjedel. Slagger og muligt uforbrændt Kul samler sig paa den korte Planrist forneden, hvor den sidste Forbrænding foregaar.

Ved Fyrrensningen kippes denne Rist, saa at Asken falder ned, hvorpaa den rages frem og fjernes. Der kan tilføres Luft over Brændselslaget gennem de paa Figuren viste Aabninger og Kanaler. Hældningen af Risten er af yderste Vigtighed og forskellig for de forskellige Brændsler. Brændslet skal jo glide ned ad Risten og netop være helt udbrændt, naar Planristen naas. Derfor indretter man undertiden Risten saaledes, at dens Hældning kan forandres og indstilles, som den skal til det Brændsel, der haves til Raadighed. Den egner sig særlig til Anvendelse ved fint fordelt Brændsel og kan med rigtig Hældning give en økonomisk og røgfri Forbrænding. Den bør ikke anvendes ved bagende eller slaggedannende Brændsel. Den viste Rist er bestemt til Fyring med Brunkul, Træaffald o. l. Trapperisten er vist indbygget i et Forfyr, men den er ogsaa undertiden indbygget i en Indfyringskedel.

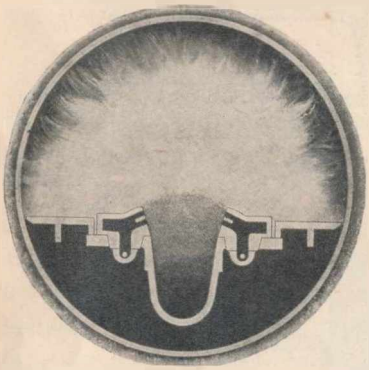


Fig. 7.

Fyrapparater med Kultilførsel fra Bunden af Brændselslaget (Essefyr. Underfeed Stoker). Som Eksempel paa disse Apparater skal omtales den saakaldte Eriths Stoker. Fig. 7 viser et Tværsnit i en Ildkanal med indbygget Fyrapparat. Brændslet trykkes ved Hjælp af et Stempel ind i den cylindriske Rende i Kanalens Længderetning og føres frem i denne Retning

dels ved Trykket af den efterfølgende Kulstræng og dels ved nogle Stænger med Transportknaster, der ligger i Bunden af Renden. Knasterne er afskraaede paa den mod Fyrdøren vendende Side men lige afskaarne paa modsat Side. Idet de bevæges frem og tilbage i Renden, glider Brændslet over de afskraaede Flader idet Stængerne bevæger sig mod Fyrkarmen, men tvinges fremad af Knasternes lodrette Forflader, idet Stængerne bevæger sig mod Fyrbroen. Hele Truget er i Bunden fyldt med friske Kul, som løftes til Vejrs og skydes fremad af Stængerne og Stemplet. Apparatet arbejder med Blæst, som føres til et uden om Truget liggende Rum undertiden selve Askefaldet, hvorfra den ledes til

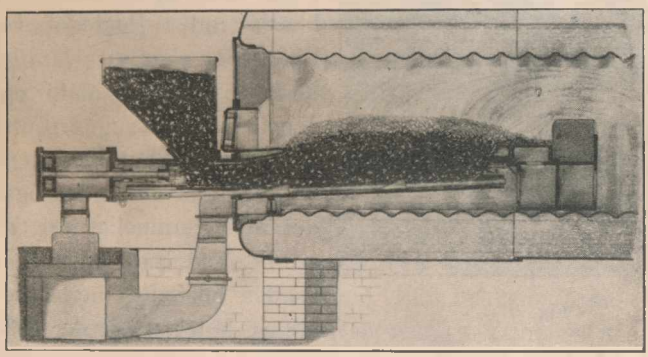


Fig. 8.

Brændslet gennem Kanaler i de saakaldte Blæseklodser, som tilsammen danner Trugets Kanter. Afgasningen af Kullene begynder nede i Truget; de udviklede Gasarter blander sig med Blæseluften, efterhaanden som de stiger til Vejrs og naar Blæseklodsernes Mundstykker; derpaa opvarmes de og forbrænder, idet de passerer det øverste glødende Brændselslag. Frem- og Tilbagebevægelsen af Stempel og Førestangen kan ske enten ved Dampkraft, elektrisk Kraft eller Remdrift, men dette har ingen Indflydelse paa Forbrændingsmaaden. Brændslet fyldes i en Tragt, hvorfra det af sig selv løber ned i det Rum, der bliver tomt, idet Stemplet bevæger sig tilbage. Fig. 8 viser et Længdesnit gennem en dampdreven Stoker.

Fig. 9 og 10 viser en Stoker, hvor Forbrændingen foregaar efter et lignende Princip, men hvor Kultilførslen sker ved en Snegl, der drejes rundt ved mekanisk Drivkraft.

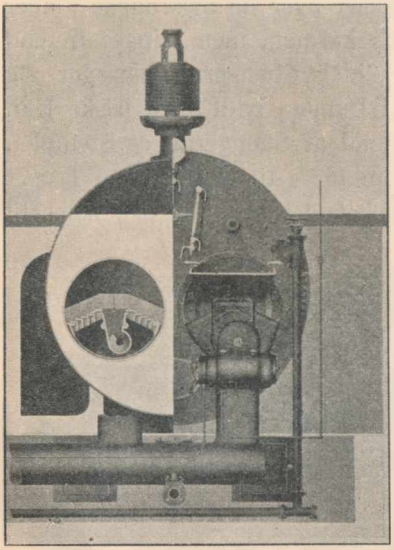


Fig. 9

Oliefyring. Har man Olie eller Tjære som Fyrmateriale, saaledes som man i de senere Aar har faaet det, bliver Fyringsanordningen en helt anden. Der findes ingen Rist, men Brændslet tilføres gennem en Tud i passende flydende Tilstand og blæses ind i Ildstedet ved en Luftstrøm eller en Dampstrøm; herved forstøves det, og idet der samtidig suges Luft ind, faas der en Blanding af Oliestøv og Luft, der antændes og brænder med temmelig høj Varmegrad. Ved Indfyringskedler beklædes Ildstedet indvendig med ildfast Murværk, som i Bunden bagtil afsluttes af en Slags Fyrbro. Det glødende Murværk, der omgiver Flammen, skaffer saa høj Varmegrad, at Forbrændingen stadig er i Gang. Hvis Flammen slukkes, maa Olietilførslen standses, for at der ikke i Trækkene skal samle sig Olie, der ved sin Antændelse senere kan eksplodere.

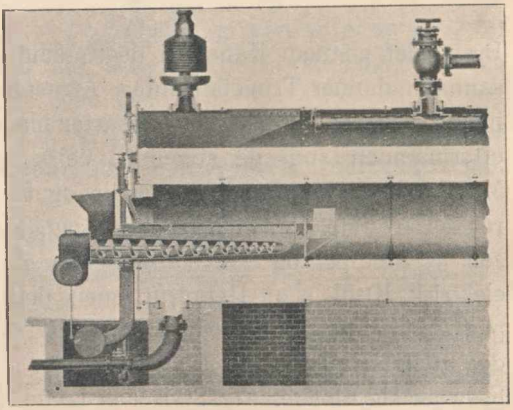


Fig. 10.

Trækkene. Fra Ildstedet føres Røgen gennem Kedlens Trækkanaler til Skorstenen; Trækkanalerne kan være helt omgivne af Kedelvæggene (Trækket igennem Ildkanalerne), eller de kan være begrænsede baade af Dele af Kedlen og af andet Materiale, Murværk eller Plader. De bør indrettes saaledes, at Røgen har saa let som muligt ved at afgive sin Varme, hvorfor man søger at skaffe saa inderlig Berøring som muligt mellem Plader og Røg; Galloveysrørene i Kanalen tvinger Røgen til at hvirvle rundt, saa at alle Dele deraf kommer i Berøring med Hedefladen; i Vandrørskedlen føres Røgen ofte paa tværs af Rørene, for at et lignende Formaal kan naas. De bør lægges saaledes, at Vandomløbet i Kedlen fremmes saa meget som muligt; i den korniske Kedel lægges Ildkanalen i den ene Side og det varmeste Sidetræk lægges langs samme Side, hvorfor Vandet mellem Kanal og Sidevæg hurtigt vil blive varmt, stige til Vejrs og derved frembringe Vandomløbet i Kedlen. I Vandrørskedlen lægges Rørene skraat, saa at Vandet, idet det opvarmes af Røgen, vil bevæge sig i en bestemt Retning, nemlig opad. Træktabet i Kanalerne bør være saa lille som muligt, hvorfor skarpe Bøjninger af Røgen bør undgaas. Røgen bør berøre Kedelfladerne paa saa lang en Vej som muligt. Trækkene maa bekvemt kunne renses og helst kunne befares, saa at udvendigt Eftersyn af Kedlen kan foretages. Røgen bør berøre saa lidt Murværk som muligt for at unødig Afkøling af den ikke skal ske. Murværket skal være holdbart; det skal beklædes med ildfast Murværk, saa længe Røgen er saa varm, at den kan skade almindelige Mursten, og det skal være tæt, saa at der ikke kan trænge Luft gennem Murværket ind i Trækket.

Spjældet. Saasnart Røgen har forladt den sidste Del af Trækkene, møder den Spjældet, der bestaar af en som Regel firkantet Plade, hvormed man kan formindske Gennemgangsaabningen i Røgkanalen. Det kan enten bevæges op og ned i en Ramme af Støbejern eller drejes ved Hjælp af en Aksel, saaledes at det kan komme til at slutte tæt mod Rammen. Bevægelsen af Spjældet bør ske fra Fyrpladsen, og det bør være let bevægeligt; et Skydespjæld bør være afbalanceret med en Kontravægt.

Naar der ikke er Fyr paa Kedlen, bør Spjældet være helt lukket, især hvis andre i Brug værende Kedler afgiver deres Røg til samme Skorsten, fordi Trækket i denne vil formindskes, hvis den kolde Luft fra den ikke benyttede Kedel ledes ud i Skorstenen. Idet Kedlen sættes fra, skal Spjældet lukkes, for at Afkølingen af Kedlen kan ske saa langsomt som muligt, men naar der er Ild paa Risten, maa Spjældet aldrig lukkes helt. Gør man dette, risikerer man, at der i Trækkanalerne samler sig brændbare Gasarter. Da det ikke kan forhindres, at der kan komme Luft derind, vil disse altid være blandede med Luft, og antændes en saadan Blanding, sker der en Eksplosion, som kan ødelægge Kedlen og dens Murværk, vælte Skorstenen og foraarsage Tab af Menneskeliv og Penge. Hvis der er Ild paa Risten, maa der derfor altid være saa stor en Aabning ved Spjældet, at saadanne Blandinger kan trække bort.

Før Opfyring af en Kedel bør Spjæld og Fyrdør aabnes for at faa en kraftig Luftstrøm igennem Kanalerne, saa at en forsvarlig Udskylning finder Sted.

Naar Kedlen er i Drift, maa Spjældet stadig benyttes. Ved Haandfyring maa Spjældet straks efter Fyringen aabnes noget for at skaffe saa stærkt Træk tilveje, at der kan komme Luft nok op igennem Risten til at forbrænde de udviklede Gasarter, men efterhaanden som Gasudviklingen aftager, skal der mindre Luft til Brændslet, og Spjældet maa derfor stikkes, og dette maa gøres lidt efter lidt, indtil det naar sin laveste Stilling lige før næste Fyring; det maa, som før sagt, aldrig lukkes helt. Reguleringen af Lufttilførslen skal ske med Spjældet og ikke med Dæmperen; denne bør kun bruges under Rensning af Fyret, eller naar andet Arbejde skal udføres med Fyret, da herved Faren for at Flammen slaar ud gennem Fyrdøren bliver meget formindsket. Lige saa vigtig som den rigtige Kulfordeling paa Risten er for Økonomien af Forbrændingen, lige saa vigtig er den rigtige Spjældstilling, og derfor bør Kedelpasseren ikke — for at spare Ulejlighed — lade være med at benytte Spjældet.

Ved Fyring med Underblæst og Stokere skal Spjældstillingen derimod ikke forandres saa tidt. Klappen i Blæserøret og Spjæl-

det i Skorstenen skal stilles saaledes, at man har samme Lufttryk i Ildsted som paa Fyrplads; derfor vil en Forandring af Lufttilførslen kræve en Forandring af Spjældet, og dette maa ogsaa trækkes, efterhaanden som Modstanden i Risten forøges, idet Ristespalterne dækkes med Slagger, eller naar man forøger Brændselslaget for at forcere Fyringen.

Skorstenen. Foruden, som tidligere omtalt, at give Træk, skal Skorstenen bortføre den generende Røg; den er ved faste Anlæg næsten altid muret eller støbt af Beton med Jernindlæg; den bør kunne befares ved indvendig fastgjorte Trin, og den bør ikke foroven ved Mundingen have Gesimser eller Forsiringer, der formindsker Trækket. Dens Højde og indvendige Tværmaal er afhængig af den Mængde Brændsel, der brændes under Kedlen. Undertiden bygger man i den nederste Del af Skortenen en Kappe af ildfast Materiale, som ikke bør være sammenbygget med Skorstenen, men tværtimod være bygget et Stykke inden for Skorstensmurværket; derved isoleres Skorstenen, saa at Trækket forbedres, og den vil være mindre tilbøjelig til at revne.

Ved bevægelige Kedler benyttes en Jernskorsten, som dog af praktiske Grunde ikke kan gøres for høj; Trækket bliver derfor for svagt, og man forstærker det ved at lade Spildedamprøret fra Maskinen udmunde forneden i Skorstenen med Mundingen opad; idet Spildedampen stødes ud, suger den Røgen fra Ildstedet igennem Trækkene og støder den op igennem Skorstenen. Skorstenen skal være forsynet med en Gnistfanger af godkendt Konstruktion, naar der brændes andet end Kokes og Kul, og naar Vinden bærer imod brandfarligt Nabolag.

Kapitel 5.

Dampkedlens Konstruktion og Beskrivelsen af dens almindelige Former.

De Fordringer, der maa stilles til en Dampkedel, skal gennemgaas i det Følgende, men det vil fremgaa, at de Krav, der

kan stilles og opfyldes, ofte er afhængige af Plads- og Driftsforhold, og man maa derfor i hvert enkelt Tilfælde overveje, hvilke af dem man under de givne Forhold maa slappe.

Kedlen skal være bygget saaledes, at den med fornøden Sikkerhed kan modstaa det Tryk, hvormed Dampen virker.

Dette Krav maa altid opfyldes.

Kedlen skal være bygget saaledes, at Ilden paavirker den saa gunstigt som muligt, og saaledes, at Kullene udnyttes paa den mest økonomiske Maade.

Kedlen skal være saa stor, at den uden Overbelastning kan udvikle den nødvendige Dampmængde.

Den skal tage saa lidt Plads op som muligt.

Dette Krav er det selvfølgelig især vigtigt at faa opfyldt, hvor Pladsen er dyr.

Kedlen skal være let tilgængelig.

Dette gælder baade indvendigt, hvor Kedelstenen skal kunne fjernes, og udvendigt i Trækkene, hvor Sod og Aske skal kunne fjernes; dens Armatur, Ventiler og Haner skal man bekvemt kunne komme til at haandtere, og Fyringen skal kunne foregaa paa saa bekvem Maade som muligt.

Kravet om Tilgængelighed, navnlig indvendig, lader sig ikke opfylde for alle Kedelkonstruktioner; i saa Fald maa man formindske Mængden af det i Kedlen udskilte Kedelsten f. Eks. ved at rense Vandet, førend det indpumpes i den.

Dampspændingen skal let kunne holdes paa den rette Højde. Selv om en Dampkedel er stor nok til Døgnets Forbrug, kan der komme Tidspunkter, hvor Dampforbruget er meget stort. I visse Tilfælde kender Kedelpasseren paa Forhaand, naar dette store Forbrug kommer, men i andre Tilfælde kommer det noget uregelmæssigt, og han faar saa ikke Tid til at forcere Fyringen. Er dette Tilfældet, maa Kedlen konstrueres saaledes, at den indeholder saa megen Reserve som muligt, og dette gøres ved at lade den indeholde et stort Vandrumfang.

Eks. Af to Dampkedler indeholder den ene 10 m^3 Vand, men den anden kun 5 m^3. Damptrykket er 7 $^{kg}/_{cm^2}$.

Ved dette Tryk er Temperaturen af Dampen $169\frac{1}{2}^0$. Falder

Trykket til 6 $^{kg}/_{cm^2}$, saa falder samtidig Temperaturen til 164 ° (Tabel 3). Temperaturfaldet er $5^1/_2$ °.

Vandet i Kedlen med 10 m^3 vejer 10000 Kg, og Varmeindholdet af Vandet ved 6 $^{kg}/_{cm^2}$ er da $5^1/_2 \cdot 10000 = 55000$ Varmeenheder mindre end Varmeindholdet af Vandet ved 7 $^{kg}/_{cm}$. I den anden Kedel vejer Vandet 5000 kg, og Varmeindholdet er 27500 Varmeenheder mindre ved 6 $^{kg}/_{cm^2}$ end ved 7 $^{kg}/_{cm}$. Der behøves omtrent 490 V. E. til Udvikling af 1 Kg Damp.

Ved Trykfaldet fra 7 til 6 $^{kg}/_{cm^2}$ udvikler den ene Kedel $\frac{55000}{490} = 112$ Kg Damp, medens den anden udvikler $\frac{27500}{490} = 56$ Kg Damp. Reserven er altsaa dobbelt saa stor i den første som i den sidste Kedel.

Ved Kedler, der skal kunne flyttes fra et Sted til et andet, maa man sørge for at have saa lille et Vandrum som muligt, for at Vægten ikke skal blive for stor, og ved Kedler, der skal kunne fyres hurtigt op, som f. Eks. Dampsprøjter, er det ogsaa nødvendigt at indskrænke Vandrummet til det mindst mulige.

Kedlen skal kunne levere tør Damp.

Hertil kræves, at Damprummet er saa stort som muligt; dette tjener ikke alene som en Beholder for Dampen, men jo længere Dampen faar Lov til at være i Damprummet, jo mere Vand faar den Tid til at afgive. Desuden maa Vandspejlet ikke være for lille, thi jo mindre det er, jo mere Vand vil Dampen rive med sig, idet den udskiller sig ved Kogningen, og jo vaadere vil den blive. Undertiden indbygger man Plader og Rør i Kedlens Damprum, saaledes at Dampen skal passere dem, førend den forlader Kedlen; ved at give disse Dele den rigtige Form, kan man faa Dampen til at afgive meget af sit Vandindhold. Se Fig. 24.

I Indenrigsministeriets Bekendtgørelse af 15. Dec. 1919 angaaende Tilsynet med Dampkedler paa Landjorden findes angivet de Regler for Dampkedlers Forfærdigelse, Indretning, Udstyr, Opstilling og Pasning, som gælder her i Landet, og som danner Grundlaget for de Krav, Kedeltilsynet skal stille og maa kræve opfyldt; hvor der i det Efterfølgende er omtalt en Bestemmelse i denne Bekendtgørelse findes der en Henvisning til vedkommende Paragraf f. Eks § 7 ^{4}, som betyder § Nr. 7 fjerde Stykke.

Materiale og Bygning i Almindelighed. Blødt Staal er Hovedmaterialet til Dampkedler. For at det maa anvendes, skal det have visse Egenskaber, som findes omtalt i de forskellige Landes Materialforskrifter, og den Fabrikant, der bygger en ny Dampkedel, skal ved Attester, udstedt af Prøveanstalterne under passende Kontrol, overfor Kedeltilsynet godtgøre, at de anvendte Plader tilfredsstiller disse Forskrifter. De kræver bl. a., at Pladen kan taale en tilstrækkelig stor Trækkraft uden at gaa i Stykker, og at den er tilstrækkelig sejg, saa at den kan taale at forarbejdes.

Kobber anvendes nu kun til Fyrboks i Lokomotiver, ja, man er i de senere Aar endda undertiden gaaet over til ogsaa her at anvende det bløde Staal.

Støbejern maa ikke anvendes til Dele af Kedlens Hedeflade, og anvendes nu kun til forskellige Amaturdele, til Ventiler, Stutser o. l. § 7 [4].

Messing maa heller ikke anvendes til Dele af Hedefladen; herfra undtages dog Rør, hvis indvendige Tværmaal ikke er over 100 mm. § 7 [4].

Kedlen skal bygges saaledes, at de højeste Dele af Hedefladen mindst ligger 100 mm under den lavest tilladte Vandstand; mindre Dele af Hedefladen, der bestryges af saa kold Røg, at Fare for Glødning er udelukket, Overhedere og ildpaavirkede Rør, hvis indvendige Tværmaal ikke er over 100 mm, og hvor Cirkulationen i Kedlen er saa kraftig, at Faren for Glødning er udelukket, kan dog ligge over den lavest tilladte Vandstand. § 7 [5].

Efter at Pladerne er tildannede ved Valsning eller Presning, samles de ved Nitning eller Svejsning til hinanden.

Falsning maa ikke anvendes til Samling af Dampkedler. § 8 [1].

Svejsning i Ilden maa derimod anvendes, men hertil kræves særlige Apparater og Maskiner, saaledes at den kun kan udføres i store Specialfabriker.

Svejsning ved Ilt-Acetylen og elektrisk Lysbue (Autogensvejsning) maa kun anvendes i visse Tilfælde og skal anmeldes for Fabrikinspektøren, som kan forbyde Anvendelse deraf og kan forlange at blive tilkaldt, naar Svejsningen foretages. § 8 [2].

Der bliver for Industrien her hjemme i Hovedsagen kun Samling ved Nitning tilbage.

Forbindelsen udføres jo ved, at der bores Huller i de Pladedele, der skal samles, helst efter at de er lagt oven paa hinanden, for at Hullerne skal flugte; en glødende Nagle stikkes gennem Hullerne, og ved Hamring eller Presning tildannes der da et Hovede paa Nitteskaftet. Herved presses de to Pladedele sammen. saa at de ikke kan forskydes i Forhold til hinanden ved den Kraft, der under Kedlens Brug kommer til at virke. Samlingen skal være tæt, for at den indesluttede Vædske eller Dampen ikke kan presses ud imellem Pladerne; men dette bliver en Nittesamling ikke, førend den er stemmet. Ved Stemningen drives Materialet fra Pladekanten indad mod den underliggende Plade, saa at det kommer til at slutte tæt imod den og trykke saa stærkt imod den, at det ikke kan løftes fra. At fremstille Hullerne ved Lokning, hvorved en Brik med et Stempel trykkes ud af Pladen, ødelægger denne og kan ikke anvendes, saafremt man skal fremstille første Klasses Kedelsmedearbejde. Baade ved Boring, Nitning og Stemning maa Arbejdet udføres omhyggeligt og godt, for at Pladen ikke skal svækkes mere end strængt nødvendigt, og her maa man huske paa, at Sømmen er det svageste Sted paa Kedlen.

En Nittesamlings Styrke er imellem $^{6}/_{10}$ og $^{8}/_{10}$ af Styrken af selve Pladen, alt efter Nitningens Art.

En godt udført Svejsning har en Styrke, der omtrent er $^{2}/_{3}$ af fuld Plades Styrke.

En autogensvejset Søms Styrke kan være meget ringe og er aldrig over $^{2}/_{3}$ af fuld Plades Styrke.

Dette maa der tages Hensyn til, naar Pladetykkelsen fastsættes, og den maa f. Eks. for en ildsvejset Samling være $1^{1}/_{2}$ Gang saa stor, som den behøver at være, hvis Kedeldelene blev fremstillet uden Samling.

Forbindelsen mellem Rør og Plader kan ske, enten ved at Røret forsynes med Gevin og skrues ind i et gevinskaaret Hul i Pladen, eller ved at dets Ende trykkes ind i et glat Hul i Pladen og derpaa udvides med en Rørvalse, saa at dets Væg presses imod Pladen. Undertiden skrues Røret først ind i Pladen

og valses derpaa; herved frembringes en baade meget stærk og tæt Forbindelse. I de efterfølgende Billeder af Kedler er vist forskellige Konstruktionsenkeltheder, som vil blive omtalt der.

Der findes Byggeforskrifter, som indeholder de Regler, der skal benyttes ved Bestemmelsen af Tykkelsen af de forskellige Dele af Kedlen, og som Kedlens Fabrikant er nødt til at rette sig efter, hvis Kedeltilsynet skal godkende Kedlen.

Kedelformer. Den simpleste Kedelform er den cylindriske med Underfyring; den bestaar af en cylindrisk Skal, hvormed der ved Nitning er forbundet to Endebunde, som kan være plane eller hvælvede; anvendes plane Bunde, maa de afstives, da de ellers skal være meget tykke for at modstaa Damptrykket. Røgen føres som Regel fra Ildstedet under Kedleu tilbage mod Kedlens Bagende, hvorfra den gennem Sidetræk føres fremad langs Kedlens ene Side og tilbage langs den anden til Skorstenen. Her i Landet anvendes denne Form kun for smaa Kedler; den tager stor Plads op i Forhold til sin Ydeevne; den egner sig paa Grund af sit store Vandrum for stærkt svingende Dampforbrug; den giver tør Damp, da den har et stort Damprum og et stort Vandspejl. Den udnytter kun Varmen godt ved et lille Dampforbrug, fordi Røgens Vej kun bliver kort. Desuden er Bunden af Kedlen meget udsat for at faa Udbulinger, Ridser og Tæringer, fordi Slam og Kedelsten samler sig paa de Steder, hvor Varmen fra Fyret er stærkest.

Nogle af Manglerne ved denne Kedel formindskes eller ophæves, naar man ikke lader Røgen fra Bagbunden af Kedlen passere fremefter langs Kedlens ene Side, men lader den passere fremefter igennem Rør, der med den ene Ende er indvalsede i Bagbunden og med den anden Ende i Forbunden. Disse Rør — Trækrørene, — bliver da udvendigt berørt af Vandet, men indvendigt af Røgen; de er som Regel ordnede i to Grupper, saa at der findes et Mellemrum i Midten, hvorved Kedelbunden bliver tilgængelig for Rensning. Røgen føres fra det Kammer ved Forenden, hvori Rørene udmunder, tilbage langs Kedlen i de to Sidetræk; Rørene maa ofte stødes igennem med en Rørbørste, for at

fjerne Sod og Aske, der forhindrer Røgens Passage og formindsker Rørvæggens Evne til at lade Varmen passere.

Kedlen, som kaldes en Trækrørs-Underfyringskedel, leverer ikke saa tør Damp som den cylindriske Underfyringskedel, men kan yde langt mere i Forhold til den Plads, den indtager; den er dog heller ikke meget anvendt her i Landet.

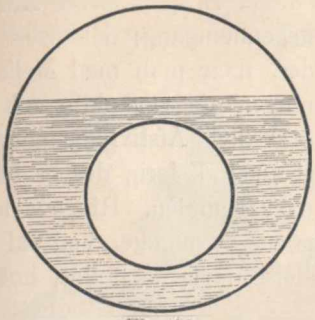


Fig. 11.

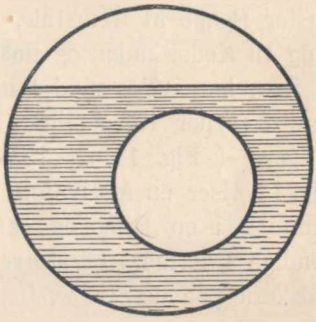


Fig. 12.

Den almindeligst anvendte Kedelform er den cylindriske Inderfyringskedel. Den bestaar af en cylindrisk Skal, forsynet med to Endebunde. I Endebundene findes et eller to Huller, hvorigennem der gaar et eller to Rør, Ildkanalerne, der er saa store, at Ildstedet kan anbringes inden i dem. Har Kedlen een Ildkanal, kaldes den en kornisk Kedel. Fig. 11 viser en ældre kornisk Kedel i Tværsnit. Ildkanalen er anbragt saaledes, at den lodrette Midterplan gaar midt igennem baade Skal og Kanal. Fig. 12 viser Tværsnittet i en moderne kornisk Kedel; Kanalen er ogsaa her lejret i den ene Side af Skallen, men saaledes at Kanalens Midterplan ligger til Siden for Skallens Midterplan. Ved den sidste Ordning vil Cirkulationen i Kedlen blive bedre, fordi Vandet i det smalle Rum mellem Kanal og Skal vil søge opefter, da det opvarmes stærkt, og give Plads for koldere Vand fra Bunden af Kedlen.

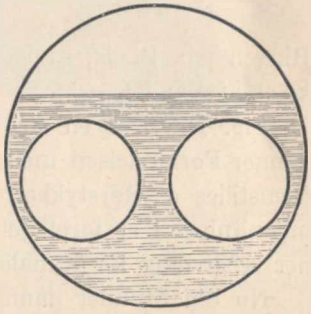


Fig. 13.

Har Kedlen to Ildkanaler, kaldes den en Lancashire-Kedel, set i Tværsnit i Fig. 13; denne er gerne forsynet med et Rensehul i Forbunden under de to Kanaler, for at man kan faa fjernet Slammet i Bunden af Kedlen, og komme ind under Kanalerne.

Ildkanalerne skal kunne taale Damptrykket fra Ydersiden, men hertil kræves meget betydelig Pladetykkelse, som det baade koster Penge at fremstille, og som under Brugen bliver Anledning til Kedelskader og daarlig Varmegennemgang; det viser sig, at man kan nøjes med tyndere Plader, naar man med Mellemrum forsyner Røret med Forstærkninger, de saakaldte Afstivninger. I Fig. 14 og 15 er vist forskellige Afstivningsmaader. Fig. 14 viser en Afstivning, frembragt af et ⊤ Jern, der er bøjet sammen i en Ring og skudt ind over Kanalen. Ringens indvendige Tværmaal er større end Kanalens udvendige. Ved Skiver, indskudt paa de Steder, hvor Forbindelsesnaglerne findes, holdes

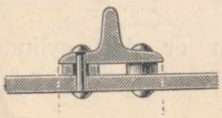


Fig. 14.

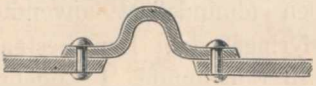


Fig. 15.

Ringen paa Plads, saaledes at den ogsaa paa Undersiden er afkølet af Vandet.

Fig. 15 viser en Afstivning ved en særlig formet Ring, der danner Forbindelsen mellem de to Ildkanaldele. Kanalen i Fig. 18 fremstilles af Rørstykker med optagne Kanter, saaledes at Sammennitningen er foretaget ved vandrette Nagler. Kanterne danner Afstivning for Kanalen og afkøles godt af Vandet.

Nu om Stunder dannes Kanalerne ofte af bølgeformede Rør — Bølgekanaler, — hvor hver enkelt Bølge danner en Afstivning. Bølgekanaler og Kanaler afstivede efter Fig. 15 er noget elastiske i deres Længderetning, Bølgekanaler mest, saa at der tillades en vis Bevægelighed af Kanalen i Længderetningen, hvorved Paavirkningen af Bunden ikke bliver for stor. Bølgekanaler er altid sammensvejsede i Længdesømmen, medens de andre Kanalkonstruktioner undertiden er nittede sammen.

Sømmene i Ildkanalen bør ikke ligge i Ildstedet. Længde-

sømmene lægges derfor nedadtil (i Askefaldet), og det første Kanalstykke gøres saa langt, at første Tværsøm ligger et Stykke bagved Fyrbroen; denne Samling bør heller ikke lægges saaledes, at Røgen støder mod Pladekanten. Undertiden anbringer man Tværrør fra den ene Side af Kanalen til den anden i dennes bageste Del (se Fig. 18), de saakaldte Gallowaysrør; de er som Regel koniske og forsynes med Kraver i hver Ende, den mindste nittes til Kanalens Underside og ligger inde i denne, den største

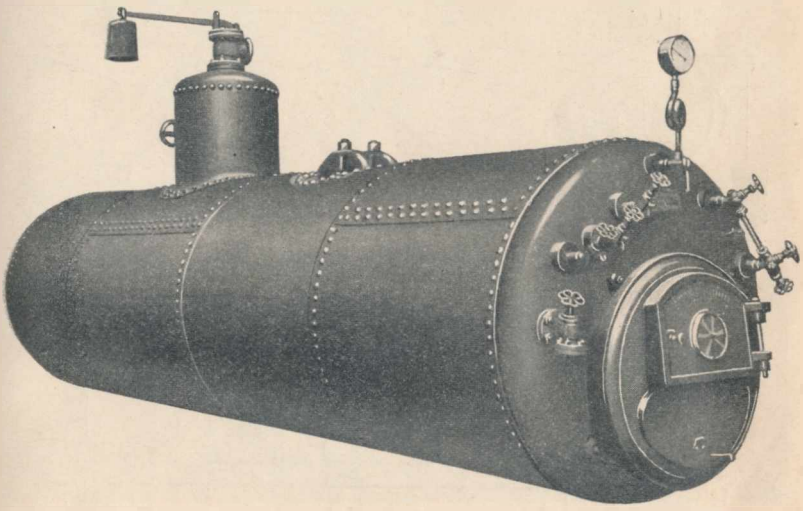


Fig. 16.

til Oversiden og ligger uden paa Kanalen; Konstruktionen ses tydeligt i Fig. 18 og 26. De giver nogen Afstivning, men deres vigtigste Formaal er dels at fremme Cirkulationen af Vandet i Kedlen og dels at faa Røgen til at hvirvle rundt i Kanalen, for at den skal komme i inderlig Berøring med Pladerne.

Kedlerne forsynes ofte med en Damphat, hvorfra Damprøret fører; den skal dels forøge Damprummet og dels skaffe mere tør Damp ved at forlænge Dampens Vej til Damprøret.

Bundene kan gøres plane som i Fig. 18, der viser to Forbindelsesmaader mellem Skal og Bund, eller hvælvede, se Fig. 16 og 19, der viser, hvorledes Forbindelsen mellem Kanal og Bund kan

udføres. De plane Bunde maa afstives, for at de ikke skal blive for tykke; dette sker ved Vinkler eller Plader, nittede til Bund og Skal.

Fig. 16 viser en moderne kornisk Kedel med Damphat, fabrikeret af A/S Frichs, Aarhus. Endebundene er fremstillede ved, at en plan Plade i en Form er presset op, saa at den danner en Del af en Kugleflade. I Kanten gaar Kugleformen ved en jævn Runding over i et kort cylindrisk Stykke, hvorved der dannes en Kant, hvortil Sammennitningen med Skallen kan

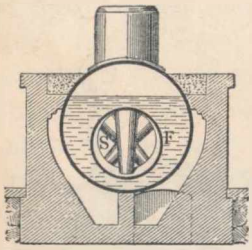


Fig. 17 a.

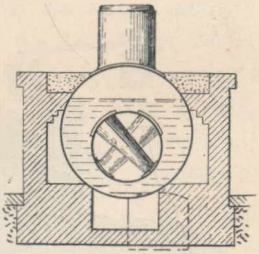


Fig. 17 b.

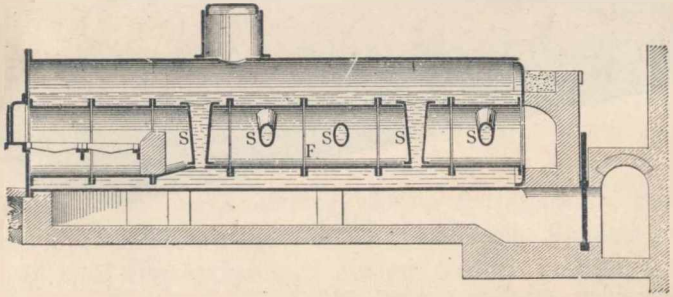


Fig. 18

ske. Forbindelsen mellem Bund og Kanal er foretaget ved en Sammennitning, idet der ved Presningen er dannet en indadvendende Kant paa Hullet for Kanalen, hvori denne nøjagtigt passer. Kanalen er bølgeformig. Paa Skallen findes en Damphat, der er en lodret Cylinder med udtaget Krave forneden, som passer paa Skallens Runding og fastnittes til denne. Bunden i Damphatten dannes af en kugleformig Del, der som Kedlens For- og Bagbund er presset af et Stykke.

Fig. 18 viser en lignende Kedel af ældre Konstruktion med

plane Endebunde, glat Kanal og Gallowaysrør; for at faa et større Ildsted har den forreste Del af Kanalen større Tværmaal end den sidste Del, der indeholder Rørene.

Fig. 19 viser en moderne Lancashire Kedel, fabrikeret af A/S Frichs, Aarhus, og konstrueret som den korniske i Fig. 16.

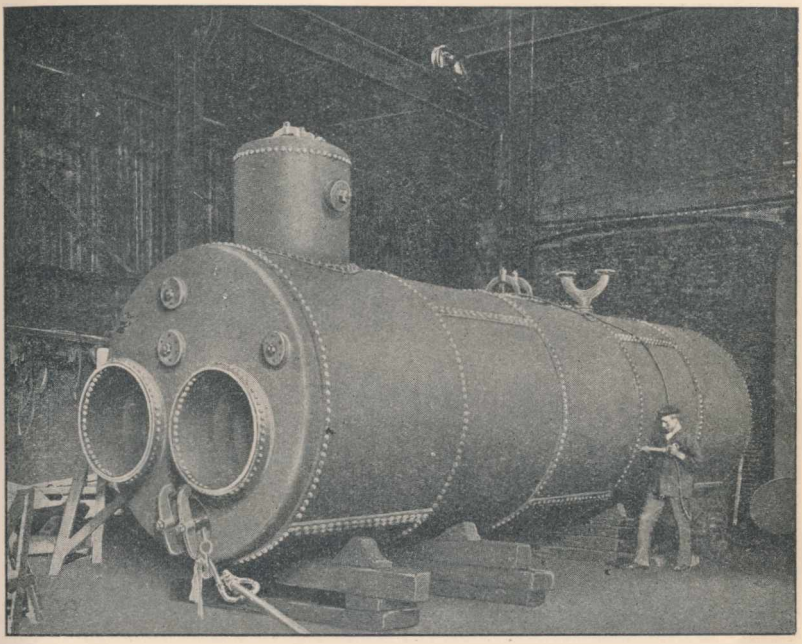


Fig. 91.

I disse Kedler føres Røgen fra Ildstedet tilbage gennem Kanalen til et Kammer ved Kedlens Bagende Fig. 18, og derfra kan den enten føres i en enkelt Kanal fremad langs den ene Side af Kedlen og tilbage langs den anden Side (Fig. 17 a), eller i to Kanaler, en paa hver Side af Kedlen fremad mod Forbunden, hvor den samles i en enkelt Kanal, der føres under Kedlen og ud til Skorstenen (Fig. 17 b).

Den korniske Kedel kan ikke udføres udover en Størrelse af ca. 80 m² Hedeflade og Lancashire-Kedlen vanskeligt udover ca. 100 m², da Diameter og Længde ellers bliver meget stor.

De tager megen Plads op i Forhold til den Dampmængde, de kan yde, men de giver — og dette gælder navnlig den korniske Kedel — en god Udnyttelse af Brændslet. De indeholder mindre Vand end den cylindriske Underfyringskedel og giver ganske god, tør Damp.

Skal man paa samme Gulvareal have Plads til en større Kedel, benytter man den kombinerede Kedel. Fig. 20 viser en saadan Kedel, som i Virkeligheden er to forskellige Kedler, der

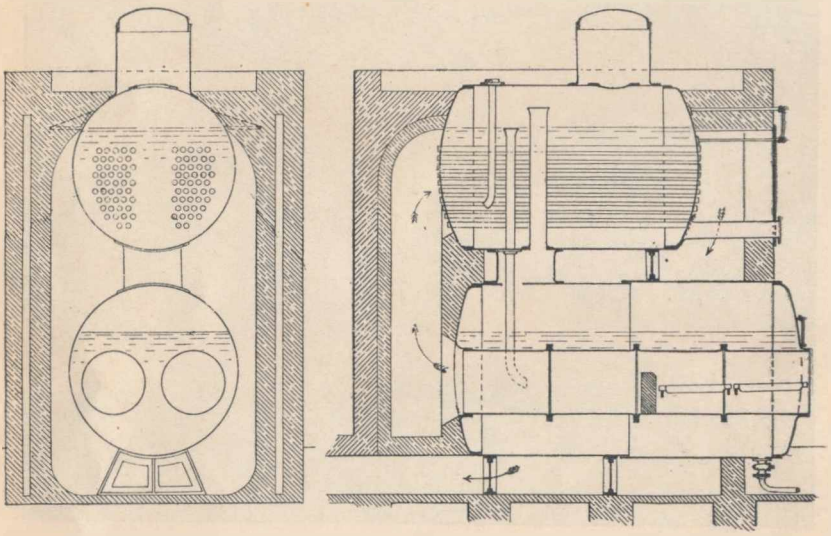


Fig. 20.

er anbragt over hinanden og indmurede sammen, men hvis Damp- og Vandrum indbyrdes staar i Forbindelse med hinanden.

Underkedlen er en Lancashire-Kedel, Overkedlen en cylindrisk Trækrørskedel. Forbrændingsprodukterne føres fra Underkedlens Kanaler gennem Bagkammeret og Overkedlens Trækrør uden om Over- og Underkedel og tilbage under Bagkammeret til Skorstenen. Damprummet i Underkedlen er sat i Forbindelse med Overkedlens Damprum ved det viste Stigrør, og det store Forbindelsesrør, saaledes at Dampen fra begge Kedler tages fra

Overkedlens Damphat. Vandet løber af sig selv fra Overkedlen ned i Underkedlen gennem det viste mindre Rør, hvis Overkant ligger i samme Højde som Overkedlens Vandspejl. Man plejer kun at føde paa Overkedlen, hvis Vandspejl af sig selv holdes paa rette Højde, og Kedelpasseren har alene at passe paa Underkedlens Vandstand. Underkedlen skal ogsaa være forsynet med Tilslutning til Fødeapparaterne, saa at man kan føde den uafhængig af Overkedlen. § 12 [5].

Undertiden benyttes ogsaa Lancashire-Kedlen som Overkedel, saa at Røgen fra Bagkamret gaar igennem Ildkanaler i Stedet for som vist gennem Trækrør.

Ogsaa den kombinerede Kedel giver en god Udnyttelse af Brændslet, men Dampen bliver næppe saa tør som ved de tidligere nævnte Kedler; den konstrueres med Hedeflader paa indtil 200 à 250 m^2.

De tidligere nævnte Kedler rummer en betydelig Vandmængde, og de egner sig derfor især for Fabriker, hvor der paa ubestemte Tider kommer et meget stort Dampforbrug. Saafremt Kedel og Murværk er i Orden, kan de henstaa om Natten, uden at Trykket falder ret meget, saa at man straks efter Fyrtændingen om Morgenen kan sætte Fabriken i Gang, men de kræver naturligvis ogsaa temmelig lang Tid til Opfyringen, naar de endelig er kølede af.

Skal man benytte Kedler med endnu større Hedeflade, navnlig naar man skal benytte Damp med højt Arbejdstryk, bliver det uheldigt og bekosteligt at konstruere Kedler af saa store Cylindre, som de tidligere nævnte Kedelformer giver; man indeslutter da Vandet i mange mindre Rør med meget mindre Tværmaal og kommer derved til Vandrørskedlerne.

Disse bestaar af et Rørsystem, hvori Vandet opvarmes af Ild og Røg, og hvorfra den udviklede Damp ledes op i en Beholder, hvorpaa Hovedstopventil og Armaturen findes.

Her skal omtales de tre her i Landet almindeligst anvendte Vandrørskedler. Fig. 21, 22 og 23 viser et Hovedbillede samt nogle Detailbilleder af en Babcock & Wilcox-Kedel. Kogerørene ligger skraat med Stigning henimod Ildstedet og er i begge Ender indvalsede i slangeformede Kamre, hvis Udseende frem-

gaar af Fig. 22 og Fig. 23. Foran for hvert Rør findes i Kamrets modsatte Væg et Rensehul, som tillader Rensning af Røret.

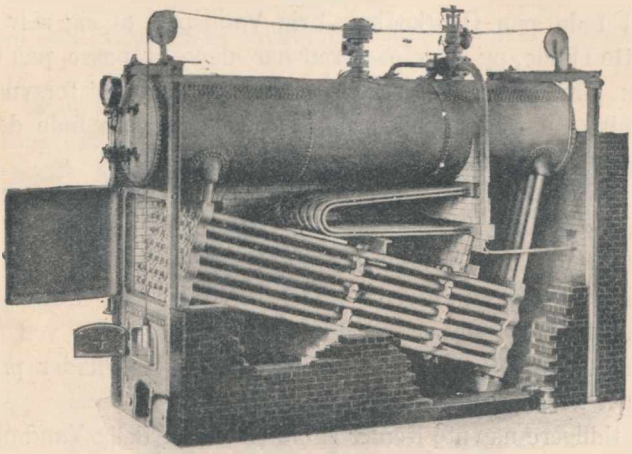


Fig. 21.

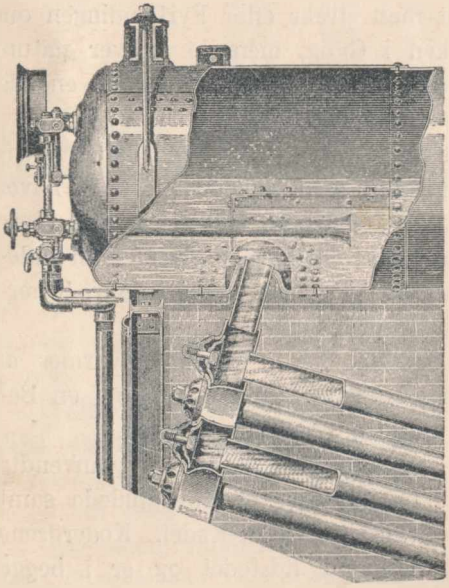


Fig. 22.

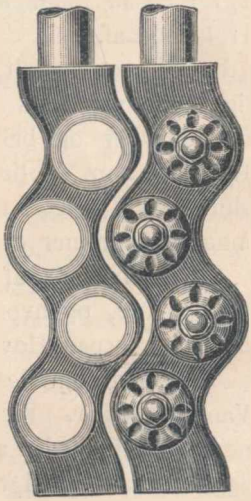


Fig 23.

Rørsystemet kommer til at bestaa af enkelte af hinanden uafhængige Afdelinger, som hver er forbundet med Beholderen fortil med et kort Rørstykke, Optagerøret, og bagtil med et langt Rørstykke, Nedtagerøret; da Beholderen ligger vandret, vil Kogerørene derfor blive stigende fremad imod Ildstedet. Kedlens Størrelse bestemmes dels ved Antallet af Rør i hver Afdeling og dels ved Antallet af Afdelinger, hvoraf Rørsystemet er sammensat. Ved større Kedler anvendes der to Beholdere. Røgen fra Ildstedet stiger til Vejrs og bevæger sig i en Slangelinie paa tværs af Rørene, ledet af Tværvægge af ildfast Materiale. Den forlader Kedlen mellem Nedtagerørene, idet Afgangen til Skorstenen findes i et muret Kammer bagtil.

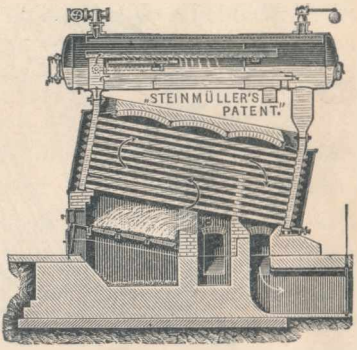


Fig. 24.

Ved sin Passage mellem Kogerørene opvarmer Røgen Vandet i disse, og der udvikles store Mængder af Damp i dem, saa at de er fyldt med en Blanding af Damp og Vand; denne Blanding vil søge til Vejrs og bevæger sig derfor fremad og opad i Rørene, idet der stadig bliver flere og flere Dampbobler i Vandet, efterhaanden som det kommer længere fremad i Rørene. Til sidst naar Blandingen Forkammeret og stiger gennem dette og Optagerøret til Vejrs op i Beholderen, hvor Dampen udskiller sig, medens nyt Vand gennem Nedtagerøret naar ned i Kogerørene, saaledes at der stadig gaar en Strøm af Damp og Vand op gennem Optagerørene. Hele Kedlen hænger frit i to svære Bøjler, der omslutter Beholderen foran og bagtil, hvorfor den frit kan udvide sig. Fødevandet føres til Beholderens Forende.

Principet i den anden i Fig. 24 viste Vandrørskedel med skraatliggende Kogerør er det samme som i Babcock & Wilcox-Kedlen, men her er alle Kogerørene ført til et fælles Kammer fortil og et fælles Kammer bagtil. Fig. 24 fremstiller en Steinmüller Kedel; Røgføringen er en anden end tidligere vist og er

antydet ved de viste Pile. Fra Ildstedet slaar Røgen tilbage mod en Skillevæg, der er dannet af Formsten, indlagt imellem Rørene, men tvinges derpaa af de to indlagte Plader til at slaa frem imod Forkammeret og derfra tilbage langs de øverste Rør og ned imellem de bageste Dele af Rørerne ført af den før omtalte Skillevæg og Forkanten af bageste Kammer. Selve Beholderen er ikke ildpaavirket. I Fig. 24 ses desuden, hvorledes Blandingen

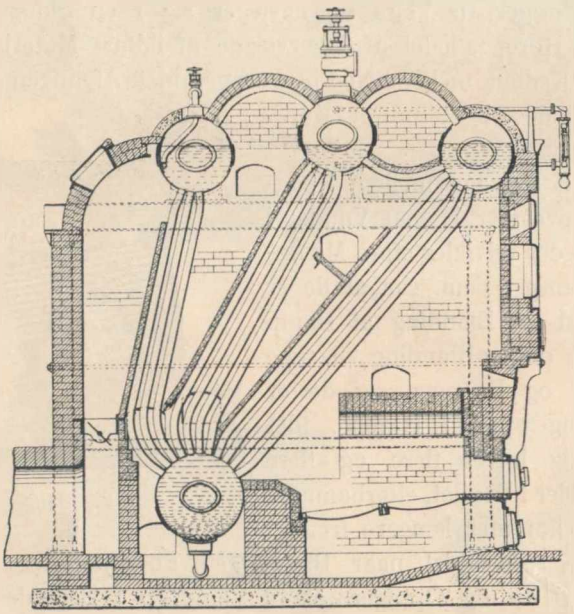


Fig. 25.

af Damp og Vand, efter at den er steget op fra forreste Vandkammer, af en Pladejernskasse tvinges til at løbe tilbage imod Beholderens Bagende, hvorved Vandet faar Tid til at skille sig fra Dampen og løbe bort igennem Huller i Kassens Bund, medens Dampen efter at have forladt Kassens Bagende slipper op i Damprummet og forlader dette efter at have passeret endnu en Kasse, der kun er forsynet med Huller i sin øverste Del, saaledes

at saavidt muligt tør Damp forlader Kedlen gennem Dampventilen.

Begge Kedler er Underfyringskedler.

Fig. 25 viser den tredje Form af en Vandrørskedel med stejle Kogerør, den saakaldte Stirling Kedel.

Den Kedel, der er fremstillet paa Figuren, bestaar af 3 Over- og 1 Underbeholder, som indbyrdes er forbundne ved de stejlt stigende noget krumme Kogerør.

Ledet af de tre i Figuren viste Vægge af ildfast Materiale føres Røgen fra Ildstedet i en Zigzaglinie langs Rørerne i de 3 Rørbundter, der forbinder Underbeholderen med de 3 Overbeholdere, og forlader Kedlen gennem Skorstenstrækket bagved Underbeholderen. Saavel mellem første og anden Overbeholder som mellem anden og tredje Overbeholder findes der Rør, der forbinder Beholdernes Damprum, saa at Dampventilen, der sidder paa anden Beholder, modtager Damp fra alle tre Beholdere.

Der fødes paa den sidste Overbeholder, og det kolde Fødevand synker gennem tredje Rørbundt ned i Underbeholderen. I første Rørbundt, hvor Vandet opvarmes stærkt af den varmeste Røg, findes der en Blanding af Damp og Vand, som er i hastig Bevægelse opad mod Overbeholderen; her udskiller Dampen sig, og Vandet bevæger sig igennem Forbindelsesrørerne mellem første og anden Overbeholder til denne sidste og derfra igennem det andet Rørbundt atter ned til Underbeholderen. Man ser, at Vandet bevæger sig igennem de tre Rørbundter, saaledes at det koldeste gaar gennem tredje Bundt og det varmeste gennem første, medens Røgen bevæger sig uden om de tre Rørbundter, den varmeste om det første og den koldeste om det tredje Bundt, saa at det koldeste Vand bliver opvarmet af den mest afkølede Røg, og Kedlen formaar derfor at afkøle Røgen ret stærkt og giver en god Udnyttelse af Kullenes Varme.

Stirling Kedlen kan bygges til meget højt Tryk med meget stor Hedeflade og tager kun ringe Plads op. Den egner sig derfor især for store Kedelanlæg. Kedlen maa nærmest kaldes en Underfyringskedel. Rensningen af de noget krumme Rør er vanskeligere end ved Vandrørskedlerne med skraat liggende lige Rør, og kræver

særligt Værktøj. Beholderne er tilgængelige gennem Mandehuller i Endebundene og lader sig let rense.

Til mindre Dampanlæg, hvor Pladsen er indskrænket, anvender man staaende Dampkedler med indvendig Fyrboks.

Som Regel er baade Skallen og

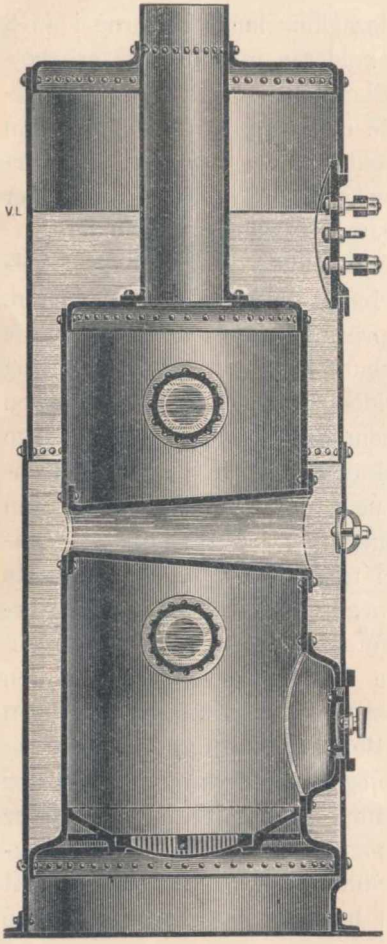


Fig. 26.

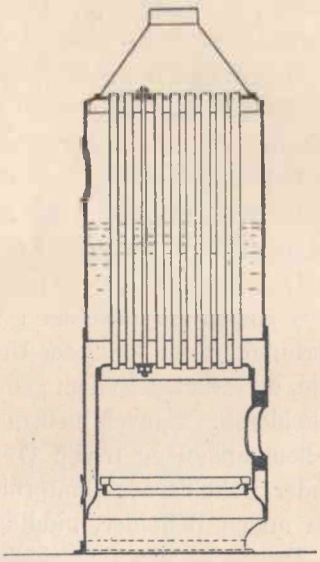


Fig. 27.

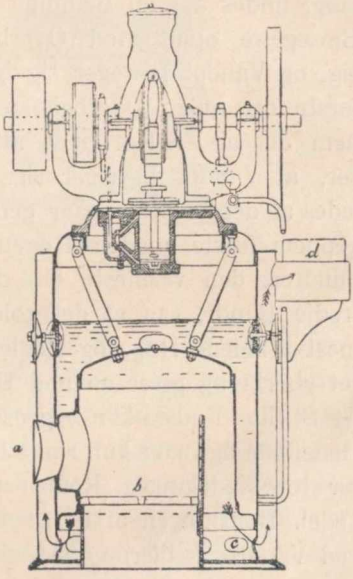


Fig. 28.

Fyrboksen cirkulær cylindriske og Fyrboksens Tværmaal kun lidt mindre end Skallens. Risten ligger forneden i Fyrboksen og er altid en Planrist, og Røgen slaar op igennem Fyrboksen.

I Fig. 26 passerer den paa sin Vej 3 Kogerør, der ligger paa tværs i Fyrboksen, og som virker paa samme Maade som de tidligere omtalte Gallowaysrør, idet de fremmer Røgens Hvirvlen rundt i Fyrboksen og Vandets Cirkulation i Kedlen. Gennem et lodret Trækrør forlader Røgen derpaa Fyrboksen og føres til Skorstenen. Den afbildede Kedel er fabrikeret af M. C. Dreyers Maskinfabrik, København.

I Fig. 27 er Fyrboksen lavere og har ikke Kogerør, men Røgen føres bort fra Fyrboksen ved mange snævre Trækrør gennem Kedlens øverste Del til et af Plader fremstillet Røgkammer, hvorfra den ledes til Skorstenen.

Fig. 28 er den af Fabrikant C. Drost udførte Kedel af Baxter Typen. Bag ved Risten er der i Fyrboksen anbragt en høj Væg af ildfast Materiale, der tvinger Røgen til at vende foroven i Fyrboksen. Fra et Fordelingsrum forneden føres den gennem Hullerne c ud i en Pladejernskappe, der omgiver Kedlen, saa at den kommer til at bestryge Kedlens Skal paa den udvendige Side. Fra denne Kappe føres den ved en Tud ud i Skorstenen. Selve Kedlen danner Fundamentet for Dampmaskinen, der er anbragt ovenpaa Kedlen, saa at dens Cylinder opvarmes af selve Kedeldampen.

Ved disse Kedler er Rensningen for Kedelsten meget vanskelig, og dette gælder navnlig om Rensningen af Rummet mellem Skal og Ildkanal og mellem de lodrette snevre Trækrør Fig. 27. De bør derfor forsynes med mange Rensehuller, beliggende paa rette Maade i Forhold til Kogerør og Trækrør, og man bør forsøge at forhindre Dannelsen af Kedelsten i Kedlerne. Det er en Betingelse, at alle disse Dæksler holdes omhyggeligt tætte, da en Utæthed ved et Dæksel hurtigt vil ødelægge Pladen i Dækselhullets Kant.

Endelig skal Lokomotivkedlen omtales; Formaalet med denne Konstruktion er paa en ringe Plads at faa en Kedel med stor Hedeflade, samtidig med at Kedelvægten bliver saa lille som muligt, og de benyttes næsten altid som bevægelige Kedler; Vandrummet er indskrænket til det mindst mulige.

Skematisk er Kedlen vist i Fig. 29. Den forreste Del A er en firkantet Kasse, hvori der befinder sig en firkantet Fyrboks med Planrist forneden. Til denne Kasse slutter sig et cirkulært, cylindrisk Stykke B, der indeholder Trækrørene C., som er indvalsede i Fyrboksens bageste Plade og i den cylindriske Dels

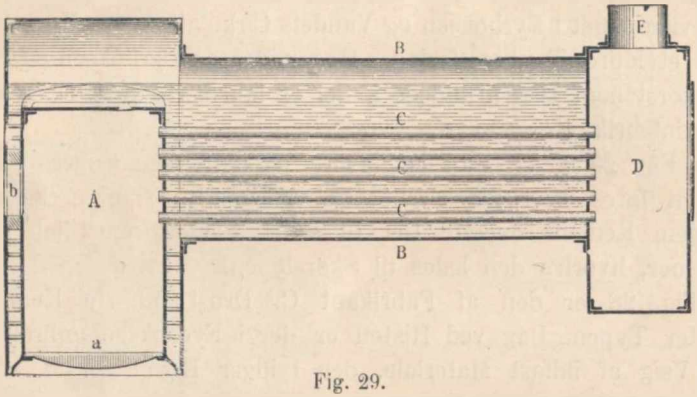


Fig. 29.

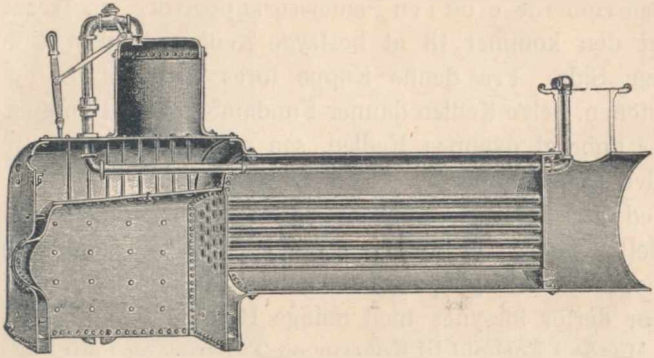


Fig. 30.

Endebund. Røgen føres fra Fyrboksen igennem Trækrørene til Røgkamret D, som den forlader gennem Skorstenen E. Brændslet kastes ind paa Risten a i Fyrboksen gennem Fyrdøren b. Da den firkantede Kasses Vægge og Fyrboksens Vægge er plane, men da en plan Flade har vanskeligt ved at modstaa Tryk, maa disse Vægge afstives, og dette sker ved, at Kassens og Fyr-

boksens Vægge forbindes med hinanden ved Bolte, de saakaldte Stagbolte. Fig. 30 viser, hvorledes Stagboltene er fordelt over Fladerne, samt hvorledes Rørpladens Afstivning bestaar af selve Trækrørene. Fig. 31 viser en Detail af en Stagbolt. Den er skruet i begge de Plader, der skal afstives, og nittet udvendig paa begge Plader, saa at disse ikke ved et indvendigt Tryk kan presses fra hinanden, med mindre Stagboltene knækker eller rives ud af Hullerne. Gevinnet midt paa Stagbolten er fjernet. I Stagbolten er der i dens Længeretning boret et lille Hul, som naar noget indenfor Pladens indvendige Kant. Hvis Bolten knækker, strømmer Vandet ud igennem Hullet, saa at Skaden opdages i rette Tid.

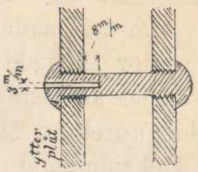


Fig. 31.

Som Navnet angiver, benyttes Kedlen i Lokomotiver; her laves Fyrboksen som Regel af Kobber, for at den bedre skal kunne taale de Paavirkninger, der under Brugen kommer paa

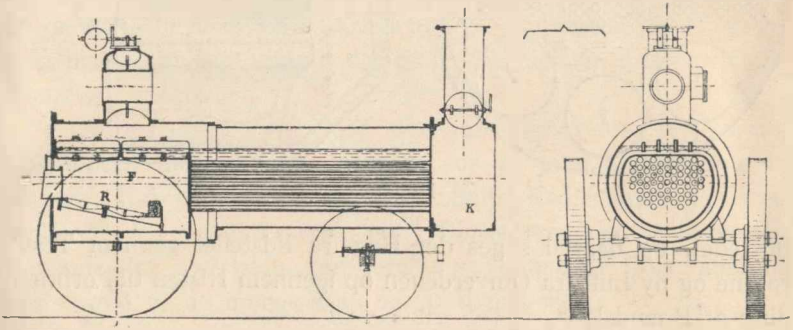


Fig. 32.

den. Den benyttes ogsaa til de saakaldte Lokomobiler, hvis Hovedanvendelse her i Landet er som Kraftmaskine for Tærskeværkerne. De har almindelig Jernfyrboks og færre men større Trækrør end Lokomotiverne, som kan have op til 300 Rør.

Fig. 32 viser en Lokomobilkedel af en lidt anden Konstruktion. I Stedet for i den firkantede Kasse er Fyrboksen anbragt i en cylindrisk Del, hvis Tværmaal er noget større end Tværmaalet af det cylindriske Parti, der indeholder Rørene. Fyrboksen selv er en Cylinder, der forover har en Afflading, som

afstives ved Stagbolte mellem Pladen og nogle svære Bjælker, der hviler paa de Kraver, hvormed de to Ildkanalstykker er samlede. I Skorstenen er der anbragt et Drejespjæld.

Da der baade i Lokomobilerne og Lokomotiverne skal brændes en stor Mængde Brændsel i Forhold til Ristefladen, er det nødvendigt at frembringe kunstigt Træk; dette sker ved at Spildedamprøret fra Maskinen og et særligt lille Damprør er ført ind i Røgkammeret og munder ud i Skorstenen ved en Tud, der vender opad. Idet Dampen stødes ud, river den Røgen i Røgkammeret med sig, saa at der bliver mindre Tryk her end i

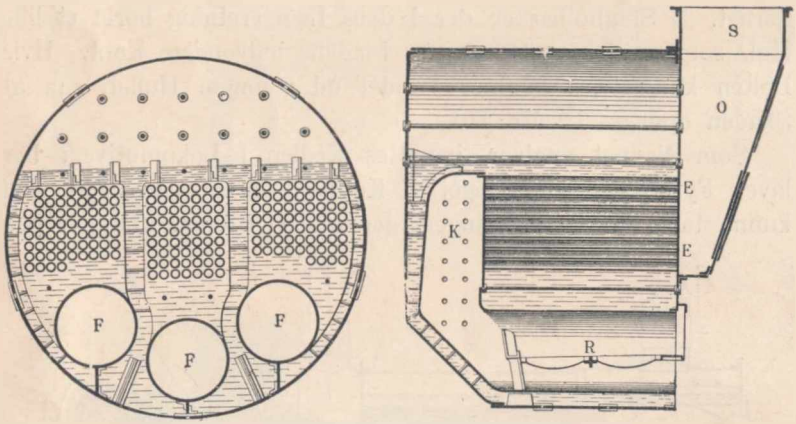


Fig. 33.

Ildstedet, og derved suges der Røg fra Ildstedet gennem Trækrørene og ny Luft fra Omverdenen op igennem Risten til Forbrænding af Brændslet.

Lokomotivkedlen er vanskelig at rense; der samler sig Sod og Aske i Trækrørene, og dette maa en Gang imellem fjernes. Derfor er der i Røgkammervæggen, lige over for Rørpladen anbragt en stor Dør, se Fig. 29, hvorigennem man ved Hjælp af en Rørbørste kan støde Rørene igennem og faa dem børstet rene. Inde i selve Kedlen udskiller der sig Kedelsten paa Pladerne og Rørene, og denne Kedelsten er det meget vanskeligt at faa fjernet, baade fordi der ikke er Plads til at komme til med Skrabere og Hamre, og fordi Stagboltene i det snævre Rum mellem Fyrboks og udvendig Kasse formindsker Tilgængelig-

heden. Man maa foretage Rensningen saa omhyggeligt og saa tidt som muligt igennem de forhaanden værende Rensehuller og saa vidt muligt benytte Vand, der kun udskiller lidt Kedelsten — Aavand o. l.

Til sidst skal her den almindelige Skibskedel omtales, fordi den anvendes i et stort Antal til Søs, selv om den kun er sjældent anvendt paa Landjorden.

Fig. 34 viser en saadan Kedel med 3 Ifyringer. Selve Kedlen er en ret kort Cylinder med stort Tværmaal. Ildstederne er anbragt i de tre mindre Cylindre, Ildkanalerne *F* paa almindelig Planrist; de udmunder hver i sit Kammer, Forbrændingskammeret *K*, hvorfra der føres Trækrør igennem Kedlen i dens Længderetning frem imod Forpladen, saaledes at Røgen fra Ildstedet først føres tilbage gennem Ildkanalerne, passerer Forbrændingskamrene og derpaa føres frem gennem Trækrørene til Optrækket *O*, hvorfra den føres til Skorstenen. Da baade Kedlen og Forbrændingskamrene har plane Vægge, maa de afstives indbyrdes, hvilket sker dels ved Stagbolte, dels ved Trækrørene og lange Bolte mellem de to Endebunde, og endelig ved Afstivningsplader mellem Bund og Skal og mellem Forbrændingskamrene og Bunden.

I Optrækkets Forvæg maa der anbringes Rensedøre, som i Lokomotivkedlens Røgkammervæg, for at man kan komme til at rense Rørene for Sod og Aske. Selve Kedlen maa paa passende Steder være forsynet med Rensedøre, saa at indvendig Rensning for Kedelsten kan foretages; denne er dog vanskelig paa Grund af de mange Rør og Afstivninger.

Kedlen har en stor Hedeflade i Forhold til den Plads, den optager, og kan udvikle megen Damp.

Economiser. Det blev sagt Side 23, at det var nødvendigt, at Røgen havde en betydelig Varmegrad, naar den kom til Skorstenen, for at der i denne kunde blive tilstrækkeligt Træk, men det blev ogsaa sagt, at den ikke burde have højere Varmegrad end netop nødvendig dertil. Det viser sig imidlertid, at det ofte ikke er muligt at afkøle den saa meget under Passagen langs Kedlens Hedeflader, fordi disse er varme, og man har derfor

søgt at drage Fordel af den Varmemængde, den indeholder, og som ellers vilde gaa tabt. Da det desuden er uheldigt, at det Vand, der pumpes ind i Kedlen er for koldt, baade fordi man saa skal opvarme det i Kedlen, og fordi Kedlens Plader ikke har godt af at blive afkølede pludseligt, idet det kolde Vand sprøjter ind paa dem, har man søgt at undgaa begge disse

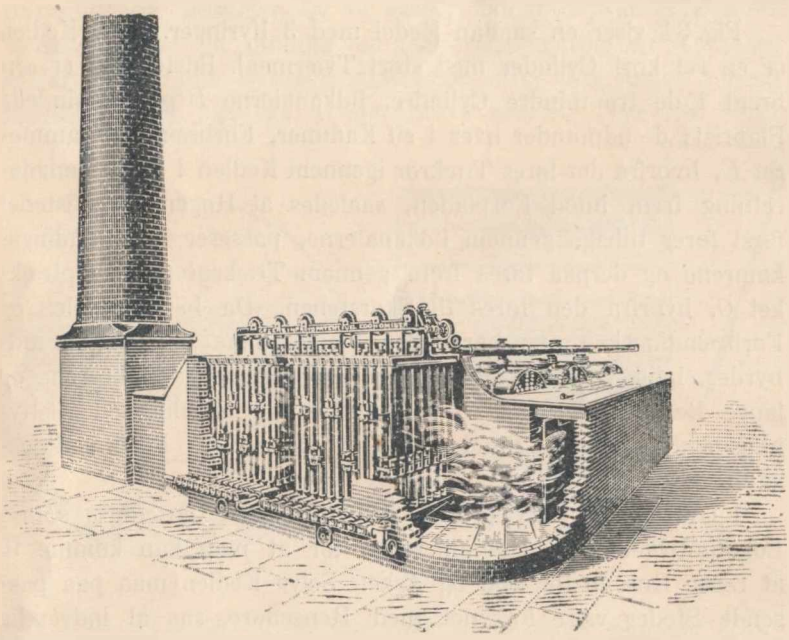


Fig. 34.

Fejl ved at opvarme Fødevandet med den Varme, der ellers vilde gaa tabt med Røgen til Skorstenen.

Dette foregaar i de saakaldte Economisere, af hvilke der findes to Systemer.

Den ene Slags er vist i Fig. 34; den bestaar af en Samling lodrette Rør, der er anbragt i et muret Kammer mellem Kedel og Skorsten, saaledes at Røgen efter at have forladt Kedlen kommer til at bestryge dem, forinden den naar Skorstenen. Idet Fødevandet pumpes igennem dette Rørsystem, bliver det opvarmet af den endnu ret varme Røg, og kan optage ikke saa lidt af dennes

Varme, fordi det er forholdsvis koldt; det pumpes ind i den Ende af Economiseren, hvor Røgen er koldest, altsaa i den Ende, der er nærmest ved Skorstenen, og bevæger sig igennem Rørene paa forskellig Maade, efter som de forskellige Economiserfabrikanter finder det fordelagtigst, indtil det forlader Economiseren i den Ende, der er nærmest Kedlen, saaledes at det koldeste Vand gaar gennem de Rør, hvor Røgen er mest afkølet. Paa Rørenes udvendige Side vil der gerne sætte sig Sod, som fjernes af nogle Skrabere, der bevæges op og ned langs Rørene, saa at Soden rives af og falder ned i Bunden af Kammeret. Indvendig i Rørene vil der gerne samle sig Kedelsten, hvorfor Economiseren en Gang imellem maa renses; den er derfor forsynet med et Rensedæksel ud for hvert Rør, der da kan renses paa samme Maade som Rørene i Vandrørskedlerne. Disse Economisere er næsten altid forfærdiget helt af Støbejern, som bedre modstaar Indvirkningen af Røgen paa den udvendige Side, endskønt det ellers er forbudt at anvende Støbejern i Hedefladen, men de gældende Bestemmelser har tilladt denne Anvendelse af Støbejern. § 23 [1].

Det andet System (System Wm. Schmidt) virker paa en helt anden Maade, saaledes som det fremgaar af Fig. 35, der viser en Economiser, som den fremstilles af $^{A}/_{S}$ „Atlas".

I et Kammer bag ved Kedlen er der anbragt et af flere Smedejerns Rørslanger bestaaende Rørsystem. Slangerne er indbyrdes forbundne foroven og forneden ved Samlekasser af Støbejern. Vandet, der opvarmes i Slangerne, føres til den nederste Samlekasse og møder i de underste Rørdele den koldeste Røg; efterhaanden som det kommer op i højere liggende Dele af Slangerne, bliver det varmere og varmere, og det forlader Rørsystemet gennem den øverste Samlekasse.

Herfra ledes det gennem Røret *d* ind i Rummet *i f*, hvorved det kommer til at afgive sin Varme til Fødevandet, der ledes gennem Rummet ved et Rørsystem. Gennem Røret *b* ledes det afkølede Vand ned til den underste Samlekasse for atter at blive opvarmet i Slangerne. Opvarmningen kan holde Bevægelsen i Rørsystemet i Gang. Fødevandet føres ved Røret *g* til Forvarmeren forneden, passerer Rummet *i f* igennem det ovenfor

omtalte Rørsystem, der bestaar af lodrette Rør, og forlader endelig Forvarmeren foroven gennem Røret *h*, der ved Kontraventil og Fødehane er i Forbindelse med Kedlen. Selve Fødevandet kommer altsaa ikke ned i Economiseren, der holdes fyldt med Vand, ved at den er i Forbindelse med Kedlens Damprum ved Røret *a*; Vandet i den er derfor fortættet Damp og afsætter ingen Kedelsten. Er det nødvendigt, kan Rørene udvendigt renses for Sod ved en Dampstraale.

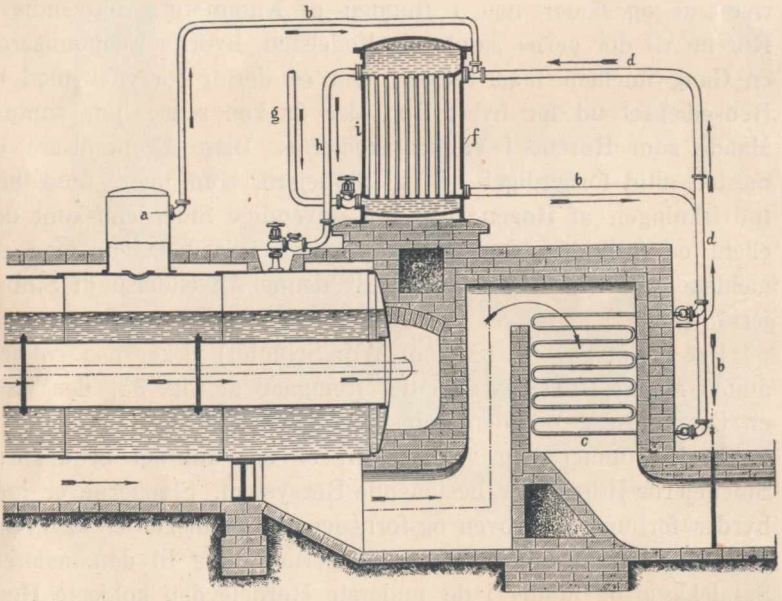


Fig. 35.

Overhedere. Man faar en mere økonomisk Udnyttelse af Dampen i Dampmaskinen naar man overheder den, d. v. s. opvarmer den, efter at den har forladt Dampkedlen; her har den en Temperatur, der netop svarer til det Damptryk, der hersker i Kedlen og er mere eller mindre vaad, alt efter den Kedelform, hvori den er fremstillet. Overhedningen skal baade fordampe alle de smaa Vandpartikler, som Dampen har revet med sig, og opvarme dem til en saa høj Temperatur, at den

ikke atter bliver vaad ved Afkølingen i Dampledningen, men komme ind i Cylinderen i en saa varm Tilstand, som denne og Pakningerne kan taale.

Overhedningen foregaar i Overhederen, som enten kan opvarmes ved et særligt Ildsted — direkte fyret Overheder — eller være anbragt i et af selve Kedlens Træk; dette sidste er det almindeligste. Overhederen er da altid anbragt i det andet Træk, for at Røgens Varmegrad kan blive høj nok til at overhede Dampen tilstrækkeligt. Overhederen kan fremstilles af Støbejern, naar Overhedningen ikke skal være ret høj, men den fremstilles som Regel paa lignende Maade som den i Fig. 35 viste Economiser, idet den bestaar af flere Rørslanger, der forbinder to Samlekasser; til den ene af disse føres Kedeldampen, som efter at have passeret Slangerne samles i den sidste, hvorfra den føres til Dampmaskinen; denne sidste Kasse og Ledningerne, der fører overhedet Damp, maa ikke være af Støbejern eller Kobber, hvis Varmegraden er over 250 °. § 24 3 og 4.

Fig. 21 Side 56 viser en Babcock & Wilcox-Kedel, i hvis Træk der findes en Overheder, som er anbragt i Rummet under Beholderen, hvor Røgen har passeret Rørene een Gang. Dampen føres fra Dampventilen oven paa Beholderen igennem det viste lodrette Rør til den nederste Samlekasse og forlader den øverste Samlekasse, der er ført ud gennem Kedelindmuringen paa den modsatte Side; fra nederste Samlekasse føres der gennem Indmuringens Bagvæg et Rør, hvorigennem Overhederen kan tømmes.

Indretningen af Kedelrummet. Kedelrummet bør bygges saa stort, at der bliver Plads til fornøden Udvidelse af Anlæget. Over Kedlerne bør der være saa stor Højde, at en Mand kan gaa oprejst, for at man let kan komme til at tilse Ventiler og Dæksler. Gulvet i Rummet bør ikke ligge under Terrænhøjde; det bør være beklædt med et fast, for Fugtighed uigennemtrængeligt Gulvmateriale, som ikke kan brænde. Fordybninger o. l. til Rør bør dækkes med riflede Dørkplader. Der bør findes Afløb, saa at ordentlig Skylning kan finde Sted. Fyrpladsens Bredde maa være rigelig, mindst lige saa bred, som Risten er lang, og helst 3 à 4 m. Der bør findes rigeligt og helst naturligt

Lys, ogsaa ovenpaa Kedlerne, og navnlig bør Trykmaaler og Vandstandsarmatur være godt belyste, § 11 [7]. Ventilationen bør kunne ske enten ved Hjælp af mekanisk Kraft eller ved Tagryttere; Døren i Kedelrummet bør kunne aabnes udad. Taget bør være let, saa at et større Tryk i Kedelrummet kan bryde det i Stykker.

Kedler med højt Tryk og saadanne Kedler, ved hvilken Produktet af Hedefladen i m^2 og Kedeltrykket i kg pr. cm^2 udgør over 30 maa ikke opstilles i, under eller over Rum, hvori, udover Kedelbetjeningen, Mennesker regelmæssigt opholder sig. § 21.

Kedelpasseren bør fra Pladsen foran Kedlen kunne iagttage Skorstensmundingen for at se, om Skorstenen ryger, og han bør kunne se ind i Maskinstuen for at overbevise sig om, hvorledes Maskinen gaar. Vandforsyningsapparaterne bør anbringes i selve Kedelrummet, og al Regulering (af Spjæld, Blæseluft m. m.) bør foregaa paa eet Sted foran Kedlen, hvor ogsaa alle Kontrolapparater bør være anbragt.

Foruden hvad der tidligere er sagt om Kedlernes Indmuring skal her tilføjes: Kedelmurværket maa ikke være sammenbygget med Husets Mure, men der bør være et Mellemrum, som dog kan udfyldes med Slagger eller andet isolerende brandfrit Materiale. Ved korniske Kedler og Lancashire-Kedler bør Murværkets Frontmur ikke føres længere frem, end at forreste Naglerække ligger blottet, og til Tætning mellem Murværk og Kedel maa der indlægges en Asbestsnor. For neden ved Udblæsningshanen trækkes Frontmuren saa meget tilbage, at Hanen bliver tilgængelig, maaske blot skjult af et Pladejernsdæksel; Murværket bør ingen Steder trykke mod Kedlen, hvorfor Sidetrækkene ikke maa overhvælves; Overdækningen maa udføres som en Udkragning fra Trækkets Sidevæg.

Det er af største Vigtighed, at Murværket og Trækkene ikke bliver vaade, da derved baade Murværk og Kedel ødelægges, og Skorstenstrækket væsentligt forringes; Kedeltrækkene maa derfor ligge saa højt, at Grundvandet ikke kan opsuges af Murværket; om fornødent maa Grunden drænes.

Findes der Armaturdele, der ikke kan naas fra Gulvet, maa der anbringes fornødne faststaaende Stiger og Løbebroer, der

letter Adgangen. Af økonomiske Grunde maa Ledninger for Damp og varmt Vand være isolerede, men dette bør navnlig være Tilfældet med Ledninger, der ligger saaledes, at de kan naas fra Stiger og Løbebroer. Ved store Kedelanlæg bør der findes passende Badeindretninger til Brug for Kedelpersonalet.

Der bør endelig ikke i selve Kedelrummet være større Oplag af Brændsel, navnlig ikke naar dette er let antændeligt som Træ- eller Papiraffald.

Kapitel 6..

Dampkedlens Armatur og Tilbehør.

Naar Kedlen er indmuret, forsynes den med den manglende Armatur, som man plejer at dele i grovere og finere Armatur.

Til den grovere Armatur hører Rist, Fyrkarm med Fyrdør og Dæmper, Røgspjæld, Rensedøre for Trækkene samt Mandehulskarm og Dæksel. Alle disse Dele undtagen Mandehulskarm og Dæksel er omtalt tidligere.

Mandehullet er den Aabning, der giver Adgang til Kedlen, og det maa være saa stort, at en Mand kan passere derigennem; det skal være ovalt, af Størrelse mindst 300 × 400 mm, dets Kant skal have en Forstærkningsring af Smedejern eller Staal, og der skal være saa mange, at indvendig Undersøgelse kan finde Sted. § 19.

Mandedøre og lignende Døre af større Tværmaal end 250 mm — ved Kedler hvis Arbejdstryk er over 8 kg — alle Døre maa ikke være af Støbejern. § 19 [2].

Tillader Kedlens Bygning eller Størrelse ikke Adgang til dens Indre, skal den være forsynet med saa mange Rensehuller o. l. at et indvendigt Eftersyn kan foretages udvendig fra. § 19 [4].

Større Huller i tynde Plader skal være omgivne af Forstærkningsringe § 18 [7].

En Udskæring i en Kedels Skal svækker denne mere, jo større Hullets Tværmaal er; derfor bør Mandehullet lægges med sin mindste Udstrækning i Kedlens Længderetning, da Materialets An-

strengelse her er størst. Forstærkningsringen skal vælges saaledes, at den ophæver den Svækkelse, Hullet foraarsager. Den simpleste Form for Ring og Dæksel er vist i Fig. 36. Ringen er nittet paa Skallen saaledes, at dens indvendige Kant er over et med Hullets Kant; den bør fastnittes med 2 Rækker Nagler. Dækslet er fremstillet af to sammennittede Plader, hvoraf den ene har en saadan Størrelse, at den passer i Mandehullet, medens den anden er saa meget større end den første, at der dannes en Fals. Dækslet lægges inden i Kedlen, saa at Falsen trykker mod Kedelskallens Inderside, hvorved det trykkes paa Plads af Damptrykket. Til Frembringelse af Tæthed indlægges i Falsen en Pakning. I Dækslet er anbragt to Bolte, der er skruede i det, saa langt

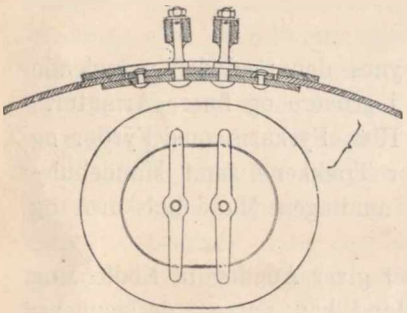


Fig. 36.

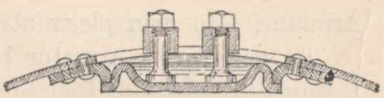


Fig. 37.

som et Bryst tillader, og nittes paa modsat Side; det fastspændes ved to Terser, der anbringes udvendig paa Skallen og spændes mod denne ved Møtriker paa de to Bolte. Ved særlig tynde Plader kan disse Terser ved deres Tryk mod Pladen trykke Buler i denne, hvorfor der da er krævet anbragt Forstærkningsringe.

En mere moderne Form er vist i Fig. 37. Her er Forstærkningsringen en vinkelbøjet Ring, og selve Dækslet er presset i eet Stykke af Plade. Pakfladen er plan, idet Ringen er afdrejet i Kanten, førend den nittes paa, og Pakningen indlægges i en ved Presningen af Dækslet dannet Fals. Bolte og Terser er indrettede som i Fig. 36. Paa Fig. 19 Side 53 ses et Mandehul under de to Kanaler, dannet i selve Endebunden ved Indpresning af Pladekanten. Mandehullet anbringes ofte i Toppladen af Damphatten.

Til den finere Armatur hører Vandstandsmærke, Vandstandsvisere, Sikkerhedsventiler, Trykmaalere, Dampfløjte, Ventiler og Haner.

Vandstandsmærket angiver den lavest tilladte Vandstand, det skal være anbragt direkte paa Kedlen, være tydeligt og synligt selv om Kedlen er beklædt. § 10.

Vandstandsviserne skal bestaa enten af et Vandstandsglas og to Prøvehaner eller af to Vandstandsglas. Faststaaende Kedler, der arbejder med kunstig Træk, skal have to Prøvehaner og to Vandstandsglas § 11[1].

Vandstandsglasset viser Vandstanden i Kedlen; det er baade foroven og forneden i Forbindelse med den henholdsvis med Damp- og Vandrum, og derfor maa Glasset være fyldt med Vand i samme Højde som Vandstanden i Kedlen. Det skal være forsynet med Afspærrings- og Gennemblæsningshaner af Metal og være saaledes udført, at Pakningen ikke kan presses ind i Glasset. Ved Kedler, hvis Arbejdstryk er over 8 kg, skal Glassene have Beskyttelsesskærme. § 11[2].

Vandstandsglassene skal være saaledes anbragt, at Vandet endnu er synligt 75 mm over og under den tilladte Vandstand. § 11[3].

De to Prøvehaner skal anbringes 75 mm og 25 mm under den lavest tilladte Vandstand. § 11[5].

Glas- og Prøvehaner skal have mindst 6 mm Lysning og være saaledes indrettede, at man paa let og betryggende Maade kan fjerne Kedelsten og andre Urenheder i dem, medens Kedlen er under Damp. § 11[6].

Forsaavidt de ikke hver for sig er anbragte umiddelbart paa Kedlen (men paa en fælles Beholder), skal den fælles Forbindelse mellem dem og Kedlens Damp- og Vandrum tilvejebringes ved stærke Rør af mindst 75 mm Lysning. § 11[6].

Vandstandsglas og Prøvehaner skal være saaledes anbragt og belyste, at den, der passer Vandstanden, let kan iagttage og betjene dem. § 11[7].

Glas og Prøvehane skal bekvemt kunne lukkes fra Fyrplads eller Platform. § 11[8].

Fig. 38 viser et Vandstandsglas, der er saaledes indrettet, at det tilfredsstiller de ovenfor angivne Krav.

Man ser, at man ved at fjerne de tre Skruepropper kan støde igennem alle Gennemgange med et Stk. Rundjern. (Hanerne er vist aabne). Den i Snittet viste sorte Ring er Gummi; Tæthed mellem Glas og Armaturdel frembringes ved, at den om Glasset sluttende Metalbøsning ved Tilspænding af Omløberen trykker Gummiringen flad, saa at den dels kan trykke mod Armatur-

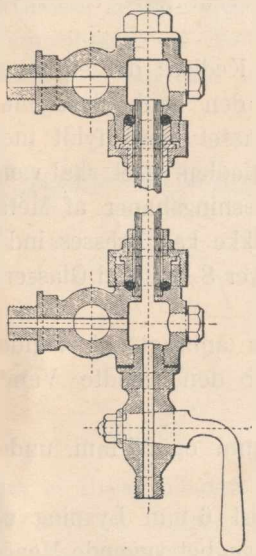


Fig. 38.

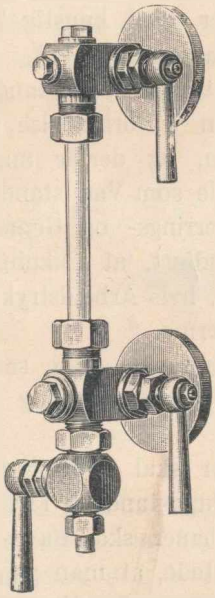


Fig. 39.

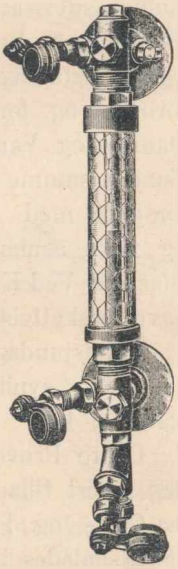


Fig. 40.

delen og dels mod Glasset; da den ligger i Bunden af Armaturdelens Hul kan den ikke trykkes ind om Glassets Ende og lukke dettes Aabning. Skal Glasset anbringes paa Plads, anbringes Omløbere, Bøsninger og Pakninger uden om Glasset, og dettes ene Ende føres op i Hulheden i øverste Armaturdel, indtil dets nederste Ende kan komme ned i Hullet i underste Armaturdel, derpaa bringes Pakninger og Bøsninger paa Plads, og Omløberen tilspændes forsigtigt. Fig. 39 viser et Vandstandsglas fabrikeret af Firmaet Weilbach & Cohn, København med asbest-

pakkede Haner. Fig. 40 viser et Vandstandsglas med Beskyttelsesskærm, saaledes som der kræves ved Kedler, hvis Tryk er over 8 kg.

Prøvehanen viser om Vandstanden i Kedlen staar højere eller lavere end det Sted, hvor Prøvehanen udmunder. Er Vandstanden

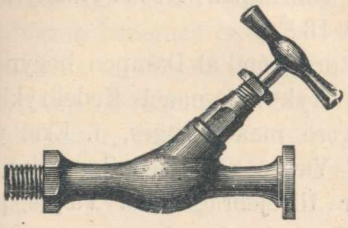


Fig. 41 a.

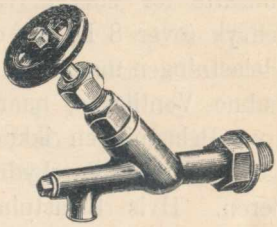


Fig. 41 b.

højere kommer der Vand, er den lavere kommer der Damp, naar Hanen aabnes. Fig. 41 a og Fig. 41 b viser Prøvehaner og Fig. 42 en lignende gennemskaaren for at vise, hvorledes Tætningsringen ved at blive skruet mod Sædet lukker for Gennemgangen, samt hvorledes det er muligt at støde Hanen igennem, naar Skrueproppen er fjernet. Naar der efter Gennemstødningen er kommet Luft, saa at Dampen strømmer ud dels igennem det lille Skruehul og dels igennem Tuden, lukkes Hanen, og nu kan Skruepropen skrues i, uden at man behøver, at være bange for at skolde Haanden.

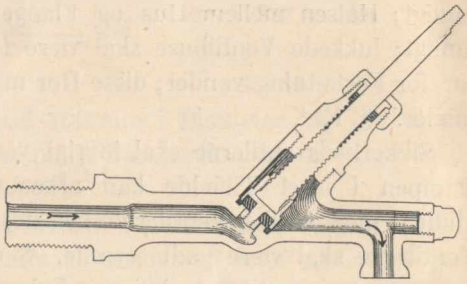


Fig. 42.

En Sikkerhedsventil er en Ventil, der aabner sig automatisk, naar Trykket, som virker paa den, har naaet en vis Størrelse.

For Sikkerhedsventiler gælder nedenstaaende Regler:

Enhver faststaaende Dampkedel skal have mindst een eller, naar Kedlens Hedeflade er større end 30 m², mindst to Sikker-

hedsventiler; alle bevægelige Kedler skal have mindst to Sikkerhedsventiler § 13 [1]. Belastningen paa Ventilen skal tilvejebringes ved Vægte eller Fjedre, som trykker paa Ventilen umiddelbart eller ved Hjælp af Vægtstænger. Fjederbelastningen er dog kun tilladt paa bevægelige Kedler og andre Kedler, som er udsatte for stærke Rystelser samt paa Kedler med højt Kedeltryk (over 8 kg pr. cm^2). § 13 [2].

Belastningen maa ikke være større, end at Dampen begynder at aabne Ventilerne, naar dens Tryk har naaet Kedeltrykket, ligesom Belastningen ikke yderligere maa forøges, f. Eks. ved Paalægning eller Forskydning af Vægte eller ved Spænding af Fjederen. Hvis Belastningen er tilvejebragt ved Vægte paa Vægtstænger, maa disse derfor ikke have Overlængde, og hvor Belastningen er tilvejebragt ved Fjedre, maa der være anbragt en Stopper, som hindrer, at Fjederen spændes yderligere. § 13 [3].

Ventilhusene, der ligesom Ventilerne, disses Sæder og Spindler skal være forfærdigede af et i Forhold til Kedeltrykket og Størrelsen stærkt Materiale, skal anbringes umiddelbart paa Kedlen paa et let tilgængeligt Sted saa højt paa Damprummet som muligt; Halsen mellem Hus og Flange skal være saa kort som muligt; lukkede Ventilhuse skal være forsynede med Afledningsrør for Fortætningsvandet; disse Rør maa ikke have Afspærringsmidler. § 13 [4].

Sikkerhedsventilerne skal iøvrigt være saaledes indrettede, at Dampen i intet Tilfælde kan afkaste Ventilerne, selv om de Midler, med hvilke Ventilerne belastes, skulde ophøre at virke. Ventilerne skal være godt styrede. § 13 [5].

Sikkerhedsventiler med direkte Belastning skal ved faststaaende Kedler være forsynede med Letteapparat. § 13 [6].

Sikkerhedsventilernes samlede Lysaabningsareal skal være saa stort, at Trykket i Kedlen ikke stiger mere end højst 10 pCt. over Kedeltrykket under 20 Minutters Fyring med fuld Benyttelse af de til Raadighed værende Trækmidler samt med øvrige Afgange for Dampen lukkede og under Vedligeholdelse af normal Vandstand. § 13 [8].

For Kedler, som arbejder med kunstig Træk, og hvis Hedeflade er over 30 m^2, kan det af Direktoratet for Arbejds- og Fabrik-

tilsynet bestemmes, at Opfyldelsen af fornævnte Krav til Sikkerventilernes Størrelse godtgøres ved en Dampprøve. § 13 [9].

Henhører flere Kedler til samme Kedelanlæg, saaledes at deres Vand- eller Damprum staar i indbyrdes Forbindelse, skal alle Sikkerhedventilerne aabne ved det laveste Kedelstryk i nogen af Kedlerne og det samlede Lysaabningsareal af alle Sikkerhedsventilerne beregnes efter det laveste Kedeltryk og den samlede Hedeflade af alle samarbejdende Kedler. Fra denne Bestemmelse kan dog Direktoratet for Arbejds- og Fabriktilsynet tilstede Undtagelser, naar der er truffet saadanne Forholdsregler ved Anlægget, at Trykket ikke i nogen af Kedlerne kan stige over det tilladte Kedeltryk, samt at Fødevandsforsyningen til hver enkelt Kedel foregaar ubetinget sikkert. § 13[11].

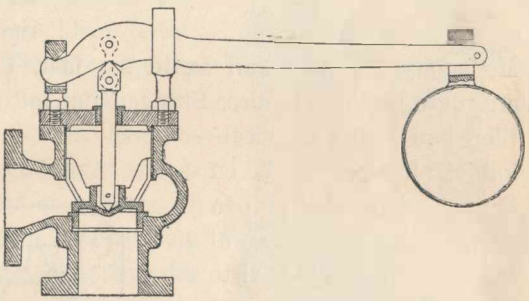


Fig. 43.

Ingen Sikkerhedsventil maa have mindre fri Lysaabning end 3,5 cm^2 eller være mindre end 25 mm eller større end 100 mm i Diameter, og ved direkte Vægtbelastning maa det samlede Damptryk paa en enkelt Ventil ikke overskride 600 kg. § 13[12].

Vejene for Dampen fra Kedlen til Sikkerhedsventilerne og fra disse til den fri Luft udenfor Kedelrummet maa paa intet Sted have mindre Tværsnitsarealer end Sikkerhedsventilernes samlede Lysaabning. § 13[13].

Fig. 43 viser en med en Vægt paa Vægtstang belastet Sikkerhedsventil med lukket Hus, saaledes at Dampen fra Ventilen ikke strømmer ud i Kedelhuset men ved et Rør kan ledes til det Frie. Selve Ventillegemet styres af 3 Vinger, der glider i den øverste cylindriske Del af Huset; Gennemgangsarealet for Dampen formindskes derfor ikke. Ventillegemet hviler med en ringformig plan Flade paa et i Hullet fæstnet Sæde. Vægtstangen drejer sig om en Knivsæg i Øskenen til venstre, og Ventil-

legemet trykkes mod Stangen ved et Mellemstykke, der foroven er tildannet til en Æg og forneden ved Ventilen til en Spids, saaledes at det af sig selv stiller sig paa Plads. Foroven er det ved en Bøjle forbunden med Stangen og forneden ved en Stift med Ventillegemet; begge Forbindelser er løse, saa at Mellemstykket ikke af disse tvinges til at indtage nogen bestemt Stilling. Hullet i Dækslet skal være rigeligt stort, saa at Mellemstykket ikke kan sætte sig fast. Den i Dækslet til højre anbragte Bøjle forhindrer Stangen i at løfte sig saa højt, at Ventilen kan kastes af. Vægtloddet hænger ved en Kniv i dets Øsken paa den yderste Ende af Stangen, og den viste Stift forhindrer det i at falde af. Paa Grund af den løse Forbindelse mellem Stang og Ventil kan denne løftes ved at lette i Vægstangen.

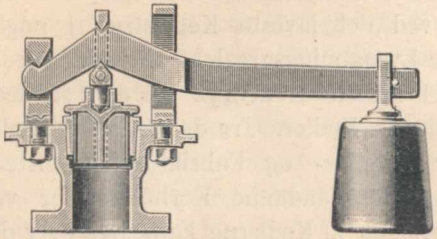


Fig. 44.

Fig. 44 viser en anden med Vægt og Vægtstang belastet Sikkerhedsventil. Belastningen er indrettet omtrent som paa Fig. 43 men Ventilen er aaben, saa at man har let ved at iagttage, naar den løfter eller er utæt. Ventillegemets Styring bestaar af 4 Vinger, der styres i selve den Bøsning, der danner Sædet.

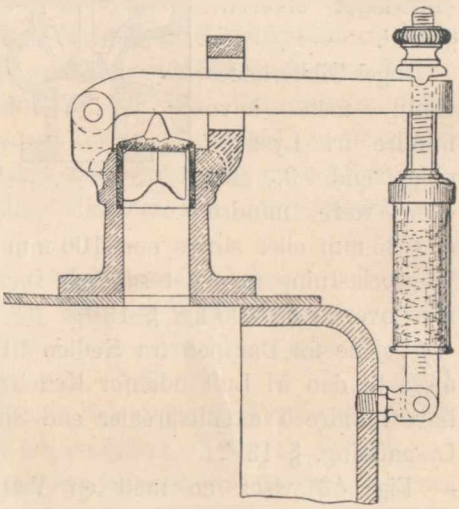


Fig. 45.

Fig. 45 viser en med Fjeder paa Vægtstang belastet Sikkerhedsventil. Medens der ikke er noget nyt at sige om selve Ven-

tilen og Vægtstangen, skal det forklares, hvorledes Fjederen virker paa denne sidste. Fjederen er anbragt inde i det cylindriske Fjederhus og trykker mod dettes nederste Bund med sin ene Ende; med den anden Ende trykker den mod en Skive anbragt paa Enden af den Stang, der forneden gaar ud igennem Fjederhusets Bund. Fjederhuset er foroven forsynet med en Skrue, der gaar igennem et Hul i Vægtstangen, og hvorpaa der bevæger sig en Møtrik med riflet Kant. Mellem Vægtstangen og Møtriken er indlagt en Underlagsskive, der med en Kant trykker mod en Fordybning i Vægtstangens Overside. Spændes Møtriken til, vil Fjederhuset blive løftet; men dette modsætter Fjederen sig, og Løftningen kan kun ske ved, at Fjederen trykkes sammen og derved gennem Fjederhuset trækker Vægtstangen nedad. Naar Fjederspændingen er saadan, at Sikkerhedsventilen netop aabner sig ved Kedlens Arbejdstryk, tilpasses der et Rør imellem Fjederhusets øverste Punkt og Vægtstangens Underkant, og man vil let forstaa, at Fjederen ikke kan strammes mere, naar dette Rør er bragt paa Plads, thi da er Husets Løftning forhindret. Rørlængden maales af Kedeltilsynet og stemples i selve Røret, saa at man altid kan undersøge, om nogen har forandret den for at forøge Fjederspændingen og dermed det Tryk, hvorved Sikkerhedsventilen løfter. Røret er den tidligere omtalte Stopper.

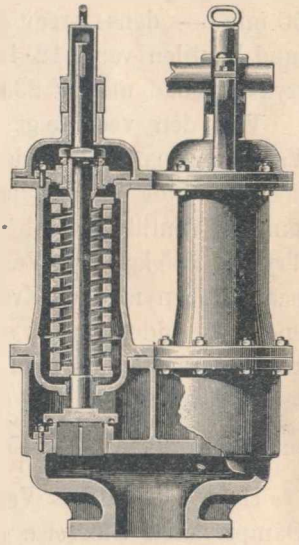


Fig. 46.

Fig. 46 viser en dobbelt Sikkerhedsventil belastet med en Fjeder, der virker umiddelbart paa Ventilen. I fast Forbindelse med den foroven viste Aksel findes en kort Arm, der ved et Bryst virker paa den i Snittet gennemskaarne Kile, som løfter Ventilen, naar Akslen drejes. Fjederspændingen indstilles ved Drejning af den foroven viste udvendigt skrueskaarne Bøsning, og Stopperen ses indlagt mellem Bøsningens sekskantede Hovede og det i

Hylsteret fastskruede Mellemstykke. I Stedet for at frembringe Trykket med en Fjeder, kan det frembringes ved, at der umiddelbart ovenpaa Ventillegemet anbringes et stort Vægtlod, men denne Belastningsmaade anvendes kun sjældent her i Landet.

Ved den umiddelbart belastede Sikkerhedsventil skal Vægtloddets Vægt eller Fjederen trykke nedad paa Ventilen med samme Tryk, som det, hvormed denne trykkes opad af Dampen. Er Damptrykket f. Eks. 12 kg pr. cm^2, og er Ventilens Tværmaal 50 mm — dens Areal altsaa 19,6 cm^2 —, vil Dampens Tryk mod Ventilen være $12 \cdot 19{,}6$ kg = ca. 235 kg. Vægtloddet skal da trykke nedad med c. 235 kg og maa derfor veje c. 235 kg.

Ved den ved Vægt med Vægtstang belastede Ventil, skal Vægtstangens Tryk nedad mod Ventilen naturligvis ogsaa være lige saa stor som Dampens Tryk opad mod Stangen. Med samme Ventiltværmaal og Tryk som ovenfor, hvor Ventilens Tryk er 235 kg, maa Vægtloddet faa Stangen til at trykke nedad paa Ventilen med en Kraft, der er lige saa mange Gange større end Vægtloddets Vægt, som den lange Arm er længere end den korte Arm, f. Eks. med 10 Gange saa stor en Kraft, hvis den lange Arm er 500 mm og den korte 50 mm; Vægtloddets Vægt maa derfor være $\frac{1}{10} \cdot 235$ kg = $23\frac{1}{2}$ kg.

Hvis Vægtloddets Vægt er 17,6 kg, vil Ventilen løfte, naar Damptrykkets Størrelse er 9 kg, thi Vægtloddets Tryk paa Ventilen er nu $\frac{17{,}6 \cdot 500}{50}$, og dette Tryk skal være lig Damptrykket × Arealet af Ventilen, altsaa

$$\text{Damptrykket} \times 19{,}6 = \frac{17{,}6 \cdot 500}{50}.$$

$$\text{Damptrykket} = \frac{17{,}6 \cdot 500}{19{,}6 \cdot 50} = 9 \text{ kg/cm}^2.$$

Trykmaaleren er et Apparat, der angiver, hvor højt Overtrykket i Kedlen er, idet en Viser peger paa en inddelt Skive med paaskrevne Tal.

Enhver Kedel skal være forsynet med en efter Tilsynets Skøn

forsvarlig, i kg pr. cm^2 inddelt Trykmaaler, som kan iagttages fra Fyrpladsen. Paa Trykmaaleren, hvis Forbindelse med Kedlen skal kunnne afspærres ved en Hane, skal der findes et uforanderligt og iøjnefaldende Mærke for Kedeltrykket; Trykmaalerens Inddeling skal række til det ved Trykprøven anvendte Prøvetryk.

Trykmaalerrøret skal være forsynet med Vandsæk og Vandaftapning. § 14.

Fig. 47 og 48 viser de to anvendte Trykmaalere. I Fig. 47 forbindes Stutsen forneden med Kedlen, saaledes at Damptrykket

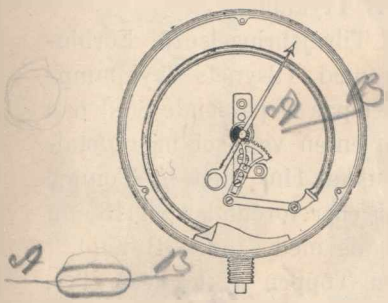


Fig. 47.

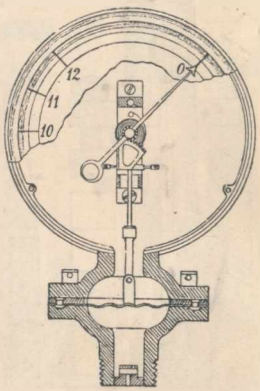


Fig. 48.

kommer ind i det viste buede Rør, der har ovalt Tværsnit med det mindste Tværmaal i Papirets Plan. Det er fastgjort forneden i Kapslen og vil paa Grund af Trykket rette sig lidt, hvorfor den frie Ende bevæger sig noget udad. Ved Hjælp af Tandbuen og et lille Tandhjul paa Viserens Aksel drejer Viseren sig. Inddelingen paa Skiven indrettes efter Viserens Stilling ved de forskellige Tryk.

I Fig. 48 virker Trykket under den bølgeformede Plade, der derved bøjes lidt opad. Gennem Stangen, Tandbuen og det lille Tandhjul paa Viserens Aksel overføres denne Bevægelse saaledes, at Viseren drejer sig som en Uhrviser, og Trykket kan aflæses paa Skiven ved det Tal, hvorved Viseren staar.

Den ovenfor omtalte Vandsæk skal forhindre, at Dampen selv kommer til at virke i Røret eller paa Pladen, da disse ødelæg-

ges ved den høje Varmegrad, Dampen har. I Vandsækken fortætter der sig Damp, saa at det bliver det derved dannede Vand, der berører de ømfindtlige Dele.

Da Trykmaalerne ogsaa bliver ødelagte, hvis de udsættes for Frost, naar de er fyldte med Vand, skal der anbringes en Aftapningshane, hvormed de kan tømmes.

Kontrolflangen m. m. Paa enhver Kedel skal der til Anbringelse af Tilsynets Kontrol-Trykmaaler findes en Hane med en lodret Metalflange af 5 mm Tykkelse og 40 mm Tværmaal. Flanger af de angivne Dimensioner kan anbringes paa den ene Prøvehane Fig. 41 a eller Afspærringshanen til Kedlens Trykmaaler.

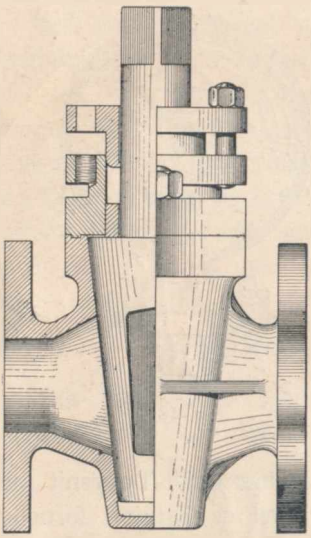


Fig. 49.

Til Tilvejebringelse af Forbindelsen med Tilsynets Trykpumpe skal der paa et passende Sted paa Kedlen enten være et med Metalprop lukket Hul med $^1/_2$ Tomme Rørsnit eller forefindes en 13 mm Muffehane med samme Rørsnit.

Paa Toppen af Kedlen, eller, naar der er Dampbeholder e. l., da paa dennes øverste Del, skal der findes en Hane til Luftens Udblæsning ved Trykprøven. § 15.

Udblæsningshanen bruges baade til Tømning af Kedlen og til en med Mellemrum foretagen Udblæsning af noget Vand for at befri Kedlen for Slam eller forny Kedelvandet.

Enhver Kedel skal, saavidt gørlig paa det laveste Sted, have en Udblæsningshane; Afløbsrøret skal — i ethvert Tilfælde under Udblæsningen — være solidt befæstet til Hanen. § 16.

Udblæsningshanen skal være saaledes indrettet, at Tolden ikke kan presses ud ved Kedlens indvendige Tryk, selv om Stop-

bøsningens Skrutappe eller Toldens Spændemøtrik e. l. skulde springe eller er fjernet. § 18 [3].

Fig. 49 viser en af Weilbach & Cohn leveret Udblæsningshane. Tolden holdes paa Plads af den nederste ovale Flange og kan ikke presses ud, selv om Stoppebøsningens Skruetapper skulde springe eller Stoppebøsningen være fjernet.

For **Stopventiler** gælder følgende Regler.

Enhver Kedel skal være forsynet med en umiddelbart ved samme anbragt Stopventil til Afspærring af Dampafgangen. Til

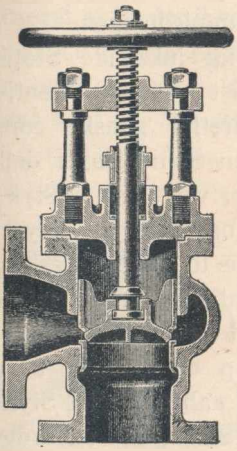


Fig. 50.

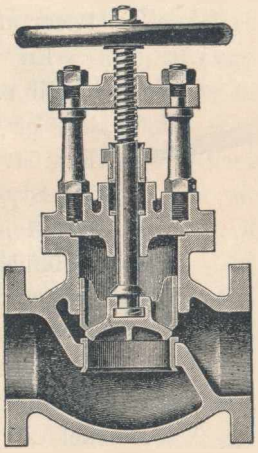


Fig. 51.

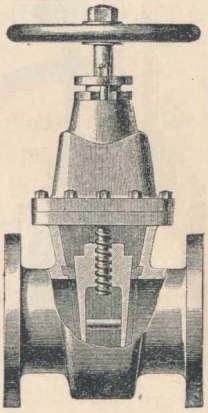


Fig. 52.

Kedler med Tryk paa over 8 kg/cm² skal Stopventilen være af særlig stærkt Materiale og hurtigt kunne lukkes fra et efter Tilsynets Skøn let tilgængeligt Sted. § 17.

I Stopventilen er selve Ventillegemet indrettet paa lignende Maade som Ventillegemet i Sikkerhedsventilen, men det Stykke, Spindelen, der bærer det, føres damptæt op igennem Dækslet i Ventilhuset og kan bevæges op og ned og dermed løfte eller sænke Ventillegemet, der er forbundet med Spindelen paa en saadan Maade, at det maa følge med, men kan bevæge sig lidt i alle Retninger, saa at det kan sætte sig lige paa sit Sæde, selv om der skulde være en mindre Skævhed i Spindelen. Ven-

tilen aabnes ved at Spindelen drejes ved Hjælp af et paa denne anbragt Haandhjul, idet den er forsynet med Gevin udvendigt og bevæger sig i en Møtrik, der er i fast Forbindelse med Ventilhuset.

Fig. 50 og 51 viser to Stopventiler; den ene Fig. 50 er en Vinkelventil, saaledes at der gennem den skaffes Forbindelse mellem en lodret Afgang paa Kedlen og et vandret Damprør. Fig. 51 er en Ligeløbsventil.

En anden Konstruktion, Fig. 52, som navnlig bruges ved store Ventiler, er den saakaldte Skydeventil, der lukkes ved, at et lidt kileformig Stykke skydes ind paa tværs af Dampledningen.

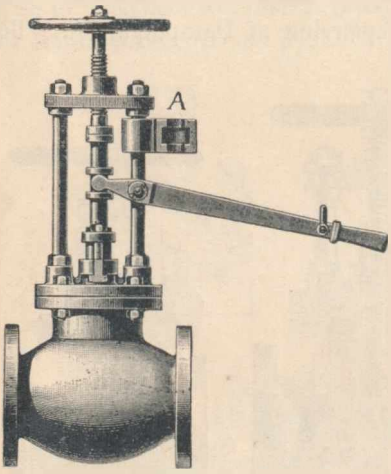


Fig. 53.

En hurtig lukkende Stopventil er vist i Fig. 53. Ventilen er indrettet ganske som Fig. 51, men Spindelen er delt i to Stykker; ved at dreje Stykket *A* ind om det viste Bryst, forbindes de to Spindelstykker, saa at Ventilen kan benyttes som almindelig Stopventil, idet *A* glider op ad Bolten; naar Ventilen er aaben, drejes Stykket *A* til Siden, og sker der nu et Uheld, f. Eks. et Damprørsbrud, kan Ventilen hurtigt lukkes ved at løfte Vægtstangen op; ved et Snortræk kan denne Løftning ske fra et passende Sted, f. Eks. foran Kedlen.

Mærkepladen. Paa enhver Kedel skal endelig Fabrikkens Mærke og Kedlens Løbenummer eller andet Mærke, hvorved Kedlens Identitet aldeles utvivlsomt kan godtgøres, samt det Aar, i hvilket Kedlen er forfærdiget, være angivet paa en paa selve Kedlen med Kobbernagler befæstet Metalplade, som stedse skal være synlig. § 20.

Da Tilsynet ved første Hovedsyn stempler Kobbernaglerne paa Mærkepladen, kan denne ikke anbringes paa nogen anden Kedel, uden at det opdages, og Misbrug skulde derfor være udelukket.

Til Armaturen maa ogsaa Sikkerhedsprop, Dampfløjte og lignende Apparater henregnes; de er ikke paabudte, men skal alligevel kort omtales her.

Sikkerhedsproppen skal forhindre Ødelæggelse af Kedlen ved for lav Vandstand, og den anvendes paa to forskellige Maader.

Ved den ene Maade indskrues en Bøsning Fig. 54 i den direkte ildpaavirkede Plade i Kedlen, f. Eks. Toppladen i Lokomotivets Fyrboks; i Bøsningen er indskruet et Stykke, fremstillet af en let smeltelig Legering af forskellige Metaller. Synker Vandstanden i Kedlen saa meget, at Pladen ikke bliver berørt af Vandet, vil Proppen blive varm og tilsidst saa varm, at Legeringen smelter. Dampen straaler da ned i Fyret, og man opdager, at der er noget galt førend Pladen er ødelagt.

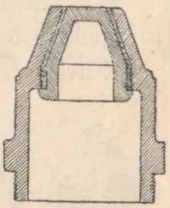


Fig. 54.

Den anden Maade ses paa Fig. 55 (Blachs Føderaaber). Røret *D* er ført igennem Kedelskallen og har sin Munding lidt under Vandlinien, men ikke mere, end at der er c. 50 mm fra Mundingen til den højst liggende Del af Hedefladen; det vil derfor være fyldt med Vand, der er trykket derop af Damptrykket, men holdes afkølet af Luften i Kedelrummet til c. 40 à 50 °. *A* er Sikkerhedsproppen. Synker Vandstanden i Kedlen under Rørmundingen, vil Vandet løbe ud af Røret, og Dampen vil fylde hele Apparatet. Naar nu Proppen er lavet saaledes, at den smelter ved Dampens Temperatur, saa vil Dampen strømme ud gennem *E*, som Pilen viser, og den anbragte Fløjte vil træde i Virksomhed, idet Proppen smelter. Nu maa Kedelpasseren skynde sig at sætte Vand paa Kedlen, og saa kan han, ved at trykke Ventilen *F* op med Stangen *H*, bringe Fløjtningen til Ophør og derpaa indsætte en ny Prop.

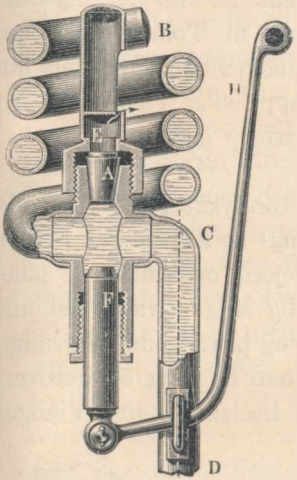


Fig. 55.

Dampfløjten benyttes til at give Signal for Arbejdets Begyndelse og Ophør. En almindelig anvendt Konstruktion er vist i Fig. 56; idet Hanen aabnes, strømmer Dampen ud igennem de smaa Aabninger *c*, op under Klokken *a* og bort igennem den viste smalle Aabning; herved frembringes der en Tone, som kan høres langt omkring.

Om **Anbringelsen m. m.** af al den tidligere omtalte Armatur gælder følgende almindelige Regler.

Ethvert fra en Kedel udgaaende Rør af over 10 mm Lysning skal umiddelbart ved Kedlen være forsynet med et Afspærringsmiddel.

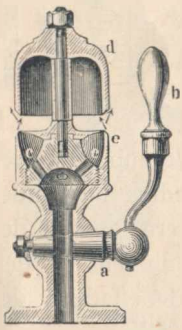


Fig. 56.

Rør, der direkte paavirkes af Ilden eller gaar gennem Murværk, der paavirkes af Ilden, skal paa de paagældende Dele være omgivne af Beskyttelsesrør e. l.

Udblæsningshanen saa vel som andre Haner paa Kedlen med mere end 25 mm Lysning skal være saaledes indrettede, at Tolden ikke kan presses ud ved Kedlens indvendige Tryk, selv om Stopbøsningens Skruetappe eller Toldens Spændemøtrik o. l. skulde springe eller er fjernet.

Haner kan erstattes af Ventiler.

Studser (ɔ: med Flanger forsynede Rørstykker, hvis Længde ikke er større end 3 Gange Rørets Lysning) og Karme paa Kedler med højt Tryk maa ikke være af Støbejern og skal være paanittede Kedlen eller paa anden forsvarlig Maade være fast anbragt paa denne, f. Eks. ved Indskruning og paafølgende Valsning.

Svarer Kedelbeslagene til Rør af 25 mm Lysning og derover, skal de ved solide og i eet Stykke med Beslaget støbte Flanger være befæstede til Kedlen. § 18.

Naar Dampen har passeret Stopventilen er den ude i **Dampledningen,** der fører den fra Kedlen til Maskine eller Kogeindretning.

Dampledninger skal være saaledes indrettede og anbragte, at de kan udvide sig og trække sig sammen uden væsentlige Paavirkninger.

Ved Tryk paa over 8 kg/cm² maa Dampledningen ikke være af Støbejern, idet dog tillades Anvendelsen af korte T-Stykker o. l. af Støbejern paa Damprør af ikke over 125 mm Diameter.

Ved overhedet Damp af 250° og derover er Anvendelse af Støbejern ikke tilladt.

Kobber-Dampledninger af over 100 mm Diameter og til højt Tryk skal være beviklede med Staalbaand e. l. Ved overhedet Damp af 250° og derover er Kobberdamprør ikke tilladte.

Der skal drages Omsorg for, at større Vandmasser ikke kan samle sig i Dampledningerne, og at disse har Afledning for Fortætningsvandet.

Har et Kedelanlæg med højt Tryk en Hedeflade af 30 m² eller derover, kan Direktoratet for Arbejds- og Fabriktilsynet paabyde, at der paa Dampledningen ved Kedlerne skal anbringes en selvlukkende eller hurtiglukkende Stopventil. Er Dampledningen 100 mm eller derover i udvendigt Tværmaal, skal en saadan Ventil altid forefindes. § 24.

Dampledninger maa anbringes saaledes paa Kedlen, at Dampen bliver saa tør som mulig. For at de kan udvide sig og trække sig sammen nogenlunde frit, indskydes der f. Eks. store Bøjninger o. l., som kan fjedre sig; de føres helst med Fald i den Retning, Dampen bevæger sig, for at Vandet kan løbe med Dampen, og der anbringes paa passende Steder Aftapninger for Fortætningsvandet. Undertiden sker denne Aftapning af sig selv, idet Hanen eller Ventilen aabner sig, naar der har samlet sig Vand. Det simpleste Middel hertil er en Svømmer, der løfter sig, efterhaanden som der samler sig Vand, og aabner for Vandet paa et vist Punkt, men atter lukker for det, naar Vandet i Apparatet igen er sunket.

I Fig. 53 er vist en hurtiglukkende Stopventil, der kan lukkes ved et Træk i en Snor, naar der er sket et Uheld, men man har ogsaa Ventiler, der af sig selv lukker for Ledningen, naar denne er gaaet i Stykker. Fig. 57 viser den almindeligst anvendte. I Ventilhuset ligger der ganske frit en Kugle, som bliver liggende, naar Dampen bevæger sig med den almindelige Fart gennem Ledningen. Sker der derimod Brud paa

denne, stiger Damphastigheden pludseligt stærkt, og derved rives Kuglen med og farer op og lægger sig i Rørmundingen, hvor den holdes paa Plads af Dampens Tryk, saaledes at Udstrømningen ophører.

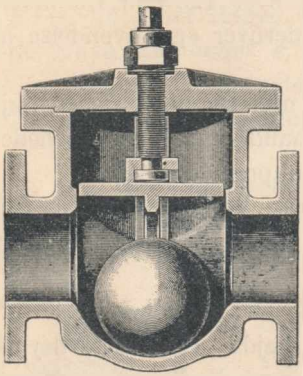


Fig. 57.

Ofte ønsker man paa en Fabrik at benytte Damp af forskelligt Tryk, f. Eks. Damp med højt Tryk til Maskiner og Damp med lavt Tryk til Kogning; man lader da Dampledningen dele sig og indskyder en Reduktionsventil i den Ledning, der skal føre Damp med lavt Tryk.

Fig. 58 viser en almindelig anvendt Reduktionsventil. Dampen føres ind i Ventilen som Pilen viser og virker i Indgangsrummet paa de to paa Spindelen siddende Ventillegemer, som har forskelligt Tværmaal, idet den øverste Ventil har et lidt større Tværmaal end den underste. Ved en i den nederste Del af Ventilhuset liggende Fjeder, der trykker det lille Stempel opad, holdes Ventilen aaben indtil Dampen kommer, men er Trykket steget noget i Rummet efter Ventilerne, vil den deri værende Damp trykke nedad paa det hule Stempels Overside og søge at lukke Ventilerne, idet Fjedren trykkes sammen. Ved at indstille paa Fjedrens Spænding, hvilket sker ved en Skruning paa Hylsteret forneden, kan man indrette det saaledes, at man i det sidste Rum faar Damp af det Tryk, man ønsker. Saa snart Trykket paa Afgangssiden stiger yderligere, vil det virke nedad

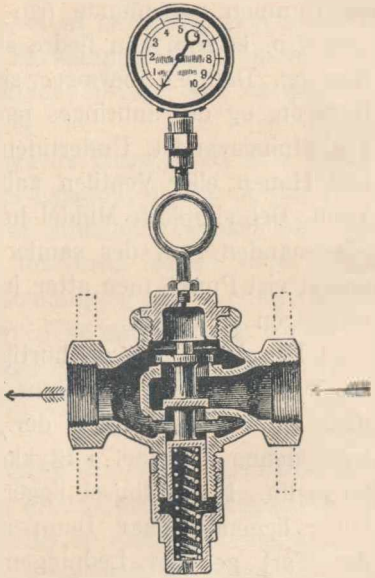


Fig. 58.

paa Stemplet og derfor sammentrykke Fjedren og begynde Lukningen af Dobbeltventilen foroven, indtil der er saa lille Gennemgangsaabning, at der netop kan passere saa meget Damp, som der forbruges i Ledningen. Trykmaaleren foroven angiver det Tryk, som faas i Afgangsledningen; denne bør være forsynet med en Sikkerhedsventil, som løfter ved samme Tryk.

Føderøret forbinder Fødeapparatet med Kedlen.

Til hver Kedel skal der fra Fødeapparaterne føre Føderør til en umiddelbart paa Kedanbragt Kontraventil, som hindrer Vandet i at strømme ud af Kedlen gennem Føderørene; dog skal der mellem Kontraventil og Kedel indskydes et Afspærringsmiddel; saavel dette som Kontraventilen skal være af særlig stærkt Materiale og saaledes anbragte, at de er let tilgængelige. Paa Afspærringsmidlet skal findes en Afledningshane til Undersøgelse af dets Tæthed. Føderøret maa indmunde paa et saadant Sted i Kedlen, at Fødevandet ikke direkte kan bestraale ildpaavirkede Kedelvægge.

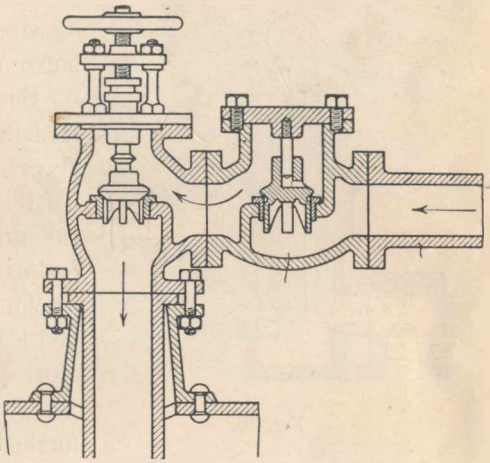


Fig. 59.

Er en faststaaende Kedels ene Fødeapparat en af en Maskine trukken Fødepumpe, skal den paa dennes Trykside findes en Sikkerhedsventil. § 12 ².

Fig. 59 viser Tilslutningen af et Føderør til en Dampkedel. Vandet bevæger sig som Pilene viser; det møder først Kontraventilen, der aabner sig af sig selv, naar Trykket i Fødeledningen stiger, fordi den aabner sig i samme Retning som den, hvori Vandet bevæger sig. Ophører Fødningen, vil Trykket fra Dampkedlen virke ovenpaa Kontraventilens Ventillegeme og lukke denne;

derpaa møder Vandet Afspærringsmidlet, som paa Figuren er en Vinkelventil. Mellem Kontraventil og denne Ventil skal der findes en Aftapning, som ikke ses paa Figuren. Fig. 61 viser, hvorledes den paa Pumpens Trykside anbragte Sikkerhedsventil kan være anbragt.

Fødeapparatet er det Apparat, hvormed Fødevandet trykkes ind i Kedlen.

Enhver Kedel skal være forbunden med mindst to af hinanden uafhængige Fødeapparater, som hvert for sig ved normal Ydelse er i Stand til under fuld Kedeltryk og størst mulig Dampudvikling at hæve Vandstanden i Kedlen.

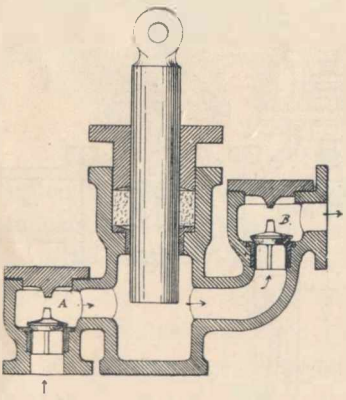


Fig. 60.

Saafremt Produktet af Kedlens Hedeflade i m^2 og Kedeltrykket i kg pr. cm^2 ikke overstiger 120, kan det tillades, at det ene Fødeapparat drives med Haandkraft eller erstattes af Fødevandsforsyning fra en Vandledning, i hvilken Trykket ved Kedlen er mindst 2 kg pr. cm^2 større end Kedeltrykket.

Ved kombinerede Kedler med forskellig Vandstand og Overløbsrør skal saavel Over- som Underkedlen være forbunden med Fødeapparaterne.

Flere Kedler med samme Kedeltryk og henhørende til samme Kedelanlæg kan have fælles Fødeapparater, naar disse er i Stand til at forsyne saavel hver enkelt Kedel som alle Kedlerne tilsammen med det fornødne Fødevand. Det samme kan af Direktoratet for Arbejds- og Fabriktilsynet tillades for Kedler med forskelligt Kedeltryk, naar der ved Anlægget er truffet betryggende Forholdsregler for at hindre, at der med de fælles Fødeapparater kan fødes samtidigt paa Kedler med forskelligt Kedeltryk. § 12.

Da Fødeapparatet er en af de vigtigste Dele ved et Kedelanlæg, skal de her omtales ret udførligt og forskellige Konstruktioner gennemgaas.

Fig. 60 viser en Pumpe, som kan drives ved Haandkraft,

naar Stemplets Øje foroven forbindes med en Vægtstang, der kan bevæges op og ned, eller ved Maskinkraft, naar Øjet sættes i Forbindelse med en Stang, der bevæges op og ned, f. Eks. af en Aksel med Krumtap eller Ekscentrik. Hæves Stemplet, bliver der et tomt Rum i Pumpecylinderen, som derfor vil søge at fylde sig, og dette kan den, hvis Sugerummet gennem Sugeventilen

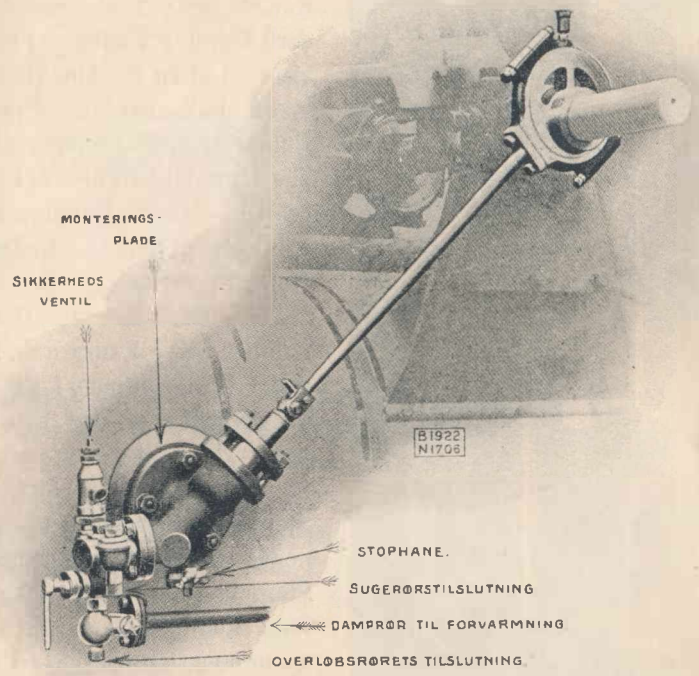


Fig. 61.

A er i Forbindelse med et Kar med Vand. Dette Kar maa dog højst staa 10 m lavere end Pumpen, thi ellers kan Yderluftens Tryk ikke drive Vandet op, saa at det kan komme ind i Sugerummet. Idet Stemplet bevæger sig ned igen, vil det skaffe sig Plads ved at fortrænge noget Vand, men dette kan ikke løbe gennem Sugeventilen, som kun kan løfte sig opad, da dette Tryk kommer til at virke nedad paa den og derfor lukker den; derimod

kan det komme op igennem Trykventilen *B*, der kun løfter sig i samme Retning, som Vandtrykket virker, og det vil derfor trykkes op i Trykrummet. Idet Stemplet atter gaar opad, holder Trykventilen sig lukket, fordi den trykkes paa Plads af Vandet i Trykrøret, men Sugeventilen aabner sig, og saaledes videre. Pumpen flytter Vandet fra Karret op i Trykrummet og derfra ind i Kedlen. Fig. 61 viser en af en Maskine (Damplokomobil) dreven Pumpe. Pumpestemplet bevæges af en paa Hovedakslen anbragt Ekscentrik. Paa Trykledningen er der anbragt en lille fjederbelastet Sikkerhedsventil.

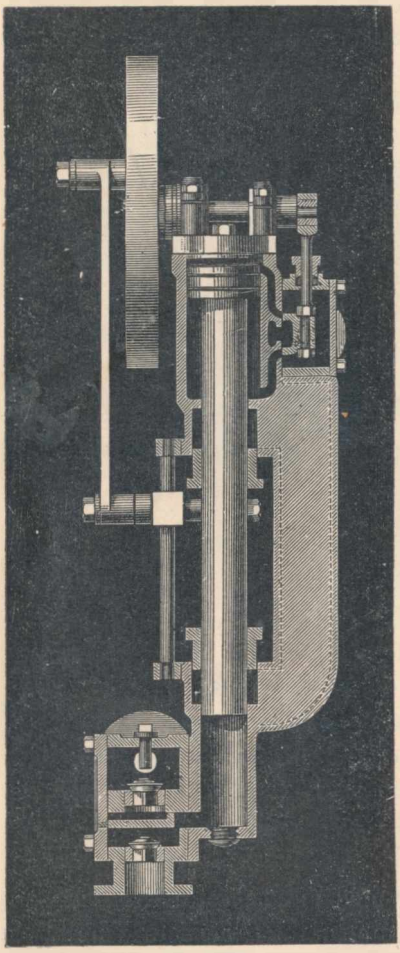


Fig. 62.

Fig. 62 viser en Damppumpe. Selve Pumpen er indrettet som Pumpen i Fig. 60. Sugeventilen er den nederste og Trykventilen den øverste af de to Ventiler forneden. Stemplets Bevægelse opad og nedad sker ved Dampcylinder, Stempel og Glider foroven. Som Stemplet staar i Figuren, strømmer Dampen ind i Rummet over Dampstemplet og trykker dette Stempel og dermed Pumpestemplet nedad — Pumpen trykker —; Forbindelsesstangen mellem Svinghjulet og Kulissestykket, der er i fast Forbindelse med Pumpestemplet, trækkes samtidig nedad af dette, og derved drejes Svinghjulet og Akslen foroven rundt. Glideren bevæges af en lille Krumtap paa Enden af Akslen og gaar opad, lukker for

Damptilgangen foroven og aabner for Damptilgangen forneden, hvorved Dampstemplet og dermed Pumpestemplet bevæges opad — Pumpen suger —.

Fig. 63 viser den saakaldte Worthington Pumpe i Snit. Idet Dampstemplet bevæger sig til højre, bliver Vandet fra det højre

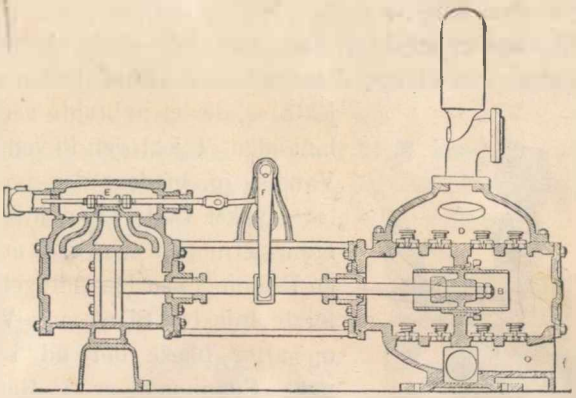


Fig. 63.

Pumperum gennem de to bageste Trykventiler foroven trykket op i Rummet *D*, medens der bliver suget Vand ind i det venstre Pumperum gennem Sugeventilerne forneden; idet Stemplet bevæger sig til venstre trykkes Vandet fra det venstre Pumperum op i Rummet *D* gennem de to andre Trykventiler, og der suges nu Vand ind i det højre Pumperum. Pumpen er bygget dobbelt, saa at den ene Stempelstang ved Hjælp af den viste Arm *F* flytter Glideren for den anden Cylinder.

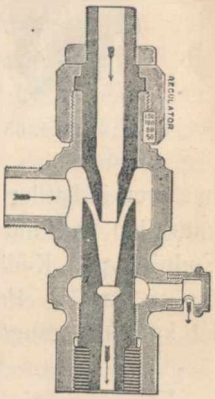


Fig. 64.

I den nyere Tid har man begyndt at benytte Centrifugalpumper som Fødepumper; de anvendes dog foreløbig kun lidt og som Regel til meget store Anlæg, saa at de kun lige skal nævnes.

Derimod anvendes de saakaldte Injektorer i ret udstrakt Grad. Fig. 64 viser en saadan, der dog ikke kan suge Vandet op. Virkningen er følgende: Dampen strømmer til Injektoren gennem det øverste Rør og møder her Vandet, der

kommer gennem Røret til venstre; paa Grund af sin stor Hastighed, river den Vandet med sig, idet den fortætter sig, og fører det gennem det tragtformede Rør ind paa Kedlen. Damptilførselsrørets Stilling i Forhold til Tragten kan indstilles ved at skrue paa den foroven viste Omløber, og denne Indstilling maa ske, indtil Injektoren føder.

Fig. 65 viser en Injektor, som kan føde med ret varmt Vand og enddasuge Vandet op; den bestaar i Virkeligheden af to Injektorer, der er anbragte ved Siden af hinanden. Injektoren til venstre suger Vandet op, medens den anden Injektor trykker dette Vand ind i Kedlen. Igangsætningen sker ved, at man ved en Drejning paa Haandtaget faar det første Injektor til at suge Vandet op og atter blæse det ud i det Fri; naar Sugningen er i Gang, føres Haandtaget videre, hvorved der aabnes en Forbindelse mellem den første og anden Injektor; det opsugede Vand naar herved hen til denne sidste, som nu kan tage det og trykke det ind paa Kedlen.

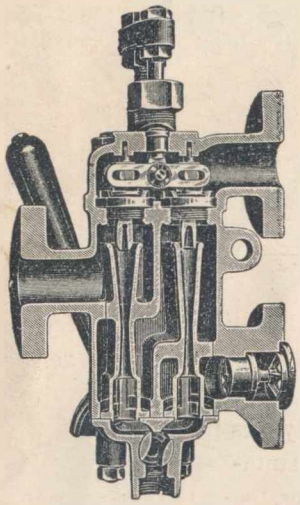


Fig. 65

Fødningen bør foregaa saa jævnt som muligt, ved jævnt Dampforbrug helst uden Afbrydelse, idet Kedelpasseren indstiller Fødeventilen saaledes, at der netop paa Kedlen gaar den Vandmængde, der fordampes. Man maa erindre, at en Fødning paa Kedlen sætter Vandets Varmegrad ned, og at derfor en kraftig Fødning samtidig med et stærkt Dampforbrug let kan foraarsage et stort generende Fald i Damptrykket.

Fyrværktøjet maa ogsaa siges at høre til Kedlens Tilbehør.

Der bør findes en Kulhammer til Sønderdeling af større Kulstykker.

Fyrspaden maa indrettes efter Forholdene. Den maa have en saadan Størrelse, at Bladet kan gaa ind igennem Fyrdøren,

og at man bekvemt kan løfte den. Ved Brændsel, der vejer lidt, f. Eks. Spaaner, er det nødvendigt at gøre den meget lang for at faa den til at indeholde tilstrækkeligt meget Brændsel.

Syvtallet er en Jærnstang, der i Enden er bøjet i Vinkel, og den bøjede Del er skærpet ud, saa at man med den kan frigøre Aske- eller Slaggedele, der har sat sig fast imellem Ristestængerne.

Askerageren er en Jernstang, som er forsynet med en Plade for Enden; den benyttes til at jævne Fyret og til at udrage Aske af Askefaldet og Slagger af Fyret.

Brækstangen eller Spiddet benyttes til at løsne Slaggerne fra Risten; den er i Enden forsynet med en flad skarp Fortykkelse, der kan skydes ind under Slaggerne og løsne dem.

Kapitel 7.
Kedlens daglige Drift.

Opfyringen. Forinden Fyrtænding skal Kedelpasseren paase, at Vandet i Kedlen ikke staar lavere end den lavest tilladte Vandstand; dette sker ved at aabne Prøvehanerne, som skal give Vand, og nederste Vandstandsglashane samt Glassets Udblæsningshane; her skal der ogsaa komme Vand. Er Vandstanden lavere end den plejer at være, saa at der kan være Fare for, at der er løbet noget Vand ud af Kedlen, maa det undersøges, om den er tæt overalt eller om muligt Udblæsningshanen eller en anden Hane under Vandlinien ikke er helt lukket. Mangler der Vand i Kedlen, maa Fyrtænding ikke finde Sted, førend man har faaet Vand paa Kedlen; hvis Fødeapparaterne ikke kan benyttes, maa det ske ved Ihældning gennem f. Eks. Mandehul eller Sikkerhedsventil. Derpaa aabnes Spjældet til Skorstenen og Fyrdøren, og man undersøger, om Risten er i Orden, samt om Trækrørene er rene. Kan der være Fare for at nogle Rør f. Eks. Trykmaalerrøret eller Føderøret er frosne, undersøger man dette, og om fornødent finder Optøning Sted; Trykmaalerhanen aabnes. Danner der sig Slam i Kedlen, udblæses dette gennem Bundhanen,

idet man lader saa meget Vand løbe bort, at Vandstanden synker c. 25 mm. Viser Trykmaaleren ikke Tryk, aabnes Lufthanen.

Derpaa dækkes Risten med et Kullag og Optændingsmaterialet, Spaaner, fedtet Tvist og Brænde e. l. anbringes henne ved Fyrdøren, saaledes at Flammen derfra efter Antændelsen slaar hen over Kullaget og antænder dette.

Opfyringen skal foregaa langsomt, saa at hurtige Varmegradsstigninger undgaas. Naar der begynder at komme Damp, lukkes Lufthanen, Prøvehanerne gennemblæses og Vandstandsglasset prøves, ved at lukke øverste Hane og aabne dets Udblæsningshane, hvorved Vandet skal strømme ud gennem nederste Hane; derpaa lukkes denne, og al Udstrømning skal ophøre, saafremt Hanerne er tætte. Nu aabnes øverste Hane forsigtigt, hvorved der skal komme Damp ud af Udblæsningshanen og endelig lukkes denne. Aabnes derpaa underste Vandstandsglashane hurtigt, skal Vandet stige op i Glasset med et Sæt, for at dette skal være helt i Orden. Endelig undersøges, om alle Haner og Pakninger er tætte, samt om Sikkerhedsventilen er i Orden; ved at løfte lidt paa dens Vægtstang, skal der strømme Damp ud, og Ventilen skal lukke tæt, idet Vægstangen atter slippes.

Endelig prøves alle Fødeapparaterne ved at sætte dem i Gang og undersøge, om der virkeligt gaar Vand paa Kedlen.

Naar Damptrykket i Kedlen er steget til normal Højde, d. v. s. naar Viseren paa Trykmaaleren staar ved det røde Mærke (Mærket ved Kedeltrykket), aabnes Dampventilen; navnlig naar flere Kedler arbejder sammen, maa man være forsigtig ved Aabningen af denne, saaledes at Trykket i Kedlen saa vidt muligt er det samme som Trykket i Dampledningen.

Under Drift. Aabningen af alle Ventiler til Dampledninger skal foregaa forsigtigt og lidt efter lidt. Idet der aabnes, skal samtidig alle Vandaftapningsmidlerne paa Ledningen holdes aabne, og den fuldstændige Aabning af Ventilerne maa først ske, naar Ledningen er godt gennemvarmet.

Mindst en Gang hver Time skal Vandstandsglasset prøves som ovenfor angivet, medens Prøvehanerne skal prøves flere Gange om Dagen; springer der et Glas, skal dette straks erstat-

tes med et nyt, hvorfor man maa sørge for at have Reserveglas ved Haanden. Sikkerhedsventilerne skal prøves daglig ved at løfte dem; det er strængt forbudt at forøge deres Belastning eller paa anden Maade forhindre dem i at løfte rettidigt. — Saafremt de løfter for tidligt eller for sent, maa man undersøge, om der ikke skulde være noget i Vejen med dem, f. Eks. om de klemmer sig fast, om de er utætte, eller om der er kommet Snavs imellem Ventillegeme og Sæde. Findes de at være i Orden, maa Kedeltilsynet gøres opmærksom paa Fejlen, thi kun dette maa forandre Belastningen af dem.

Trykmaaleren skal kontrolleres ved at undersøge om dens Viser staar ved den „røde Streg", Mærket ved Kedeltrykket, samtidig med at Sikkerhedsventilen løfter; ved Kedelrensning undersøges, om Viseren gaar tilbage til Nul. Stiger Damptrykket højere end angivet ved Mærket paa Trykmaaleren, maa Trækket formindskes og Fødningen forstærkes; saafremt Sikkerhedsventilerne ikke samtidig løfter, maa de straks undersøges. Bliver Trykket ved med at stige, maa Fyringen formindskes. Under Kedlens Drift maa Kedelpasseren stadig iagttage Trykmaaleren; thi denne giver ham jo ogsaa Oplysning om, hvor meget Damp, der forbruges, altsaa om, hvorledes han skal lede sin Fyring.

Indtræffer der Overkogning, skal Fyringen formindskes og Fødningen forstærkes; om fornødent maa Dampafgangen formindskes. Kedlen koger over, naar der sker en saa voldsom Kogning, at større Mængder Vand med Dampen rives over i Dampledningen; det viser sig ved, at Vandstanden i Vandstandsglasset hurtigt hæver og sænker sig paa uregelmæssig Maade. Det forhindres ved at holde Fyringen og Fødningen jævn og ved at sørge for, at Kedelvandet ikke forurenes, samt endelig ved ikke at holde for høj Vandstand og aabne Dampventilen forsigtigt.

Vandstanden maa under ingen Omstændigheder synke under Mærket for den lavest tilladte Vandstand; der bør paa Kedlen findes anbragt et Mærke, der angiver den normale Vandstand, som man bør bestræbe sig for at holde, og hvorunder Vandstanden kun under særlige Forhold maa synke.

Er Vandstanden af en eller anden Aarsag, f. Eks. ved For-

sømmelse fra Kedelpasserens Side eller ved pludselig opstaaet Læk paa Kedlen sunken saa dybt, at den ikke kan ses i Vandstandsglasset eller angives af Prøvehanerne, saaledes at der kan være Fare for, at nogen Del af Hedefladen er blottet for Vand, sættes Fødeapparaterne i Virksomhed. Fyret dækkes med vaad Aske eller Sand, Dæmpere og Fyrdøre lukkes, Stopventilen lukkes ganske langsomt, og man lader Kedlen henstaa urørt. Sikkerhedsventilen maa ikke røres.

Da disse Bestemmelser er meget vigtige, og da en Fejltagelse her kan have forfærdelige Følger, skal Aarsagerne til, at de er opstillede, nærmere omtales.

Er der Fare for, at Dele af Hedefladen er blottede, skal der sættes Vand paa Kedlen. Herved har man villet afkøle den mulig glødende Del saa hurtigt som muligt, thi Faren er særlig stor, saa længe en Del af Kedlen ved Glødningen har mistet sin Styrke; det har ved Forsøg, afholdt i andre Lande, vist sig, at selv en Oversprøjtning af glødende Kedeldele med Vand ikke foraarsager noget Brud. Naar der fødes paa Kedlen, formindsker man altsaa Faren uden at tilføre nogen ny Fare; desuden maa det erindres, at Føderøret (Side 89) ikke maa indmunde saaledes, at Fødevandet direkte kan bestraale ildpaavirkede Kedelvægge.

Fyret skal dækkes med vaad Aske eller Sand. Herved formindsker man den Varmemængde, der netop i det farlige Øjeblik overføres til Kedelvæggen. Straalingen holder op, Røgen afkøles, og Pladen opvarmes ikke yderligere. Giver man sig til at trække Fyret, vil der straks danne sig kraftige Flammer, og Varmegraden i Ildstedet vil stige netop i det Øjeblik, da man skal have Pladen afkølet; Dæmper og Fyrdør skal lukkes, thi ogsaa herved formindskes Forbrændingen af Brændslet.

Stopventilen skal lukkes, thi det gælder om at holde Kedlen saa rolig som muligt og sørge for, at Vandet i den kommer i saa lille Bevægelse som muligt; netop af samme Grund maa Sikkerhedsventilen ikke røres, thi dette vil jo bare føre til en Dampudvikling, der sætter Vandet i Kedlen i Bevægelse.

Har nogen Del af Hedefladen været glødende, eller viser Kedlen kendelige Formforandringer, skal dette uopholdeligt an-

meldes til Kedeltilsynet, og Kedlen maa ikke benyttes, forinden dette har givet Tilladelse dertil.

Vandmangel kan skyldes og skyldes sædvænligt utilstrækkelig Fødning; men den kan ogsaa være foraarsaget ved, at Kedlen er saa utæt, at Vandet løber bort lige saa hurtigt, som det pumpes ind. Vandstandsglassene og Prøvehanerne er netop anbragte paa Kedlen, for at Kedelpasseren i hvert enkelt Øjeblik skal kunne kontrollere Vandstanden i den. Derfor skal han sikre sig, at Vandstandsglassene er i Orden. Han skal prøve Fødeapparatet for at undersøge, om det virkeligt pumper, hvilket i Almindelighed kan høres ved at Pumpernes Ventiler og Kontraventilen klaprer.

Kan han ikke faa Fødeapparatet til at virke, maa han standse Fyringen og lukke Dampventilen, saasnart Vandstanden er sunket til den lavest tilladte. Synker Vandet alligevel, maa han rage Fyret ud. Dampafgivningen maa ikke begynde igen, før Pumpen kan føde. Er Vandstandens Fald foraarsaget ved en Utæthed paa Kedlen, maa denne selvfølgelig straks sættes fra til Reparation.

En Skade, foraarsaget ved Vandmangel, skyldes altid en Mangel paa Agtpaagivenhed hos Kedelpasseren.

Ved pludselige Driftstandsninger mindskes Trækket, Vand fødes paa Kedlen og Fyret dæmpes.

Kan det ventes, at Driftstandsningen kommer til at vare flere Timer, maa Fyret bakkes, det vil sige Brændselslaget dækkes med vaade Kul, og Dæmper og Register lukkes, samtidig med at Trækket formindskes saa meget som muligt. Spjældet maa dog ikke lukkes helt, saalænge der er Ild i Ildstedet.

Ved de regulære Standsninger i Kedlens Drift ved Hvilepauser og Fyraften maa Kedelpasseren allerede i Forvejen forberede sig paa Standsningen ved at formindske Fyringen og Trækket samt forøge Fødningen, saa at Damptrykket begynder at falde.

Ved Standsningen lukkes Dampventilen, men selv ved en vel forberedt Afbrydelse kan det ske, at Sikkerhedsventilen begynder at blæse, thi Kedlen ligger omgivet af varmt Murværk, der overfører Varmen til Kedlen. Ved Fyraften bør alle Kul paa Risten være udbrændt; de tilbageværende skal trækkes ud og slukkes, hvis Kedlen skal lades uden Tilsyn, og der skal

indpumpes saa meget Vand, at der er en passende Vandstand ved næste Opfyring; skal Slamudblæsning finde Sted næste Morgen, maa man pumpe saa meget Vand ind ekstra, som der gaar tabt ved Udblæsningen. Fyrdøren, Dæmperen og Spjældet lukkes; dette sidste kan lukkes helt, saafremt man er sikker paa, at al Ild er slukket; i modsat Fald skal det staa en lille Smule aabent, for at der stadig kan være lidt Træk i Skorstenen, saa at brændbare Luftarter kan trække bort. Endelig skal Risten renses for Slagger og Aske, og der skal sørges for, at der er tilstrækkeligt Brændsel til Opfyringen næste Morgen; alt stilles paa Plads, og Fyrpladsen fejes.

Ved Vagtskifte skal Afløseren straks overbevise sig om, at alt Kedlens Drift vedrørende er i Orden; dette maa han gøre for sin egen Skyld, thi det er den, der i Øjeblikket har Vagt, der har det fulde Ansvar for sin Kedel, og det kan selvfølgelig ikke gælde som Undskyldning for ham, at det er hans Formand, der har gjort noget forkert; han selv skal vide, at der ikke er noget i Vejen.

Desuden maa det bemærkes, at der skal være ryddeligt, rent og ordentligt paa og omkring Kedlen. Brændslet i Kedelrummet skal være beskyttet mod Antændelse. Fedtet Pudseaffald skal opbevares i en Jernbeholder. Uvedkommende maa ikke opholde sig i Kedelrummet. Alle væsentlige Mangler ved Dampkedlen og dens Dampledninger og øvrige Tilbehør skal uopholdelig af Kedelpasseren anmeldes for Kedlens Ejer eller Bruger, der er pligtig til snarest muligt at lade dem afhjælpe. Saafremt der indtræffer en alvorlig Skade paa Dampkedlen, dens Dampledninger eller øvrige Tilbehør, saasom Sprængning af en Dampbeholder eller af et stort Damprør, eller der indtræffer en Gaseksplosion, skal dette uopholdelig anmeldes til Kedeltilsynet, og der maa saavidt muligt ikke forinden dettes Ankomst foretages nogen Forandring ved det beskadigede og dets Omgivelser, med mindre det er fornødent til Redning af Menneskeliv eller til Forebyggelse af Ulykker eller betydeligt Tab eller Skade.

Her skal ogsaa gives nogle Regler for, hvorledes man skal forholde sig, naar en Kedel i længere Tid ad Gangen skal sættes ud af Brug.

Der maa her tages Hensyn til, hvorledes Kedlen ligger. Ligger den saaledes, at det er udelukket, at den kan blive udsat for Frostvejr, kan man fylde den helt med Vand. Derpaa opvarmes Kedlen ganske lidt, saa at Vandet bliver lunkent, og herved uddrives Luften af Vandet; dette vil synke lidt, og en Efterfyldning maa finde Sted. Først naar man er sikker paa, at Kedlen er helt fyldt med luftfrit Vand, lukkes den sidste Aabning helt tæt til. For at denne Maade skal være helt tilfredsstillende, skal alle Haner og Ventiler være absolut tætte, og man ser derfor som Regel en anden Maade anvendt. Ved denne tømmes Kedlen helt og tørres omhyggeligt, saa at der intet Vand er i den; derpaa indsættes der i Kedlen et Kar, hvori der er ulæsket Kalk, og Kedlen lukkes tæt til. Den ulæskede Kalk indsuger Fugtigheden fra Luften i Kedlen, saa at denne efter kort Tid er helt tør. En Gang imellem maa Kalken skiftes, da der let trænger lidt Fugtighed ind gennem Utætheder, og Kalken derfor tilsidst taber sin Evne til at opsuge Fugtigheden. Karret maa aldrig være mere end halvt fuldt, da Kalken ellers vil løbe over Karrets Kant og ind paa Kedelfladerne, og dette har disse ikke godt af.

Kapitel 8.

Fødevandet og dets Behandling. Kedelrensning.

Naar en Dampkedel er i Drift, vil der udskille sig Kedelsten paa de Flader, der er i Berøring med Vandet, og Sod paa de Flader, der er i Berøring med Røgen. Soden forhindrer Røgen i at afgive Varme til Kedelpladerne, og Kedelstenen formindsker Pladens Evne til at lade Varmen fra Røgen passere, men desuden virker den i høj Grad skadeligt for Kedlen. Den danner nemlig først en Hindring for Varmeoverførelsen paa Kedelpladens Inderside, og derfor vil en Plade med en Kedelstensbelægning have en væsentligt højere Varmegrad end en ren Plade, der er i Berøring med Vand, som kan afkøle den; men findes der høje Pladetemperaturer paa nogle Dele af Kedlen og lavere Temperaturer paa andre Dele, saa kan Pladerne ikke frit udvide sig, og

man faar Utætheder i Samlingerne, navnlig paa de Steder, hvor Pladerne er stærkt opvarmede, — i Ildstedet. Bliver Kedelstenslaget meget tykt, kan Pladetemperaturen stige saa højt, at Pladen bliver glødende, der danner sig Buler, Kedelstenen springer af, og det forholdsvis kolde Vand strømmer ind paa den stærkt ophedede Plade, som derved afkøles og trækker sig voldsomt sammen. Dette kan give Anledning til alvorlige Kedelskader og maa derfor undgaas. Kedelstenen sætter sig ikke paa Kedelfladerne i et lige tykt Lag overalt, men enkelte Steder, f. Eks. ved Føderørets Indmunding eller paa Plader, der fordamper meget Vand, sætter der sig ofte et tykt Lag. Kedlen maa undertiden renses, ikke alene for at fjerne Soden fra Pladerne og Asken fra Trækkene, men ogsaa for at fjerne Kedelstenen. Det er nu denne sidste, der især kræver Ulejlighed og Udgifter, og det er derfor især vigtigt at undgaa denne; den bringes ind i Kedlen med Fødevandet.

I Kapitel 3 „Vandet" blev der sagt, at alt naturligt Vand indeholder fremmede Stoffer, dels Luftarter, som det har optaget fra Atmosfæren og de øverste Jordlag, og dels faste Stoffer, som er optaget fra de Jordlag, det har passeret paa sin Vej. Den Luftart, der havde mest Betydning for Vandets Evne til at opløse faste Stoffer var Kulsyren, og denne Luftart indeholder Vandet altid. Her i Landet findes der i næsten alle Jordlag Kalk, og derfor vil det Vand, der benyttes her i Danmark til Fødning, altid indeholde Kalk. Pumpes kalkholdigt Vand ind i en Kedel, udskilles Kalken, der sætter sig paa Kedlens Vægge som Kedelsten; Kalken findes i Vandet som det saakaldte tvekulsure Kalk, en Forbindelse af Kulsyre og Kalk, og som Gibs, en Forbindelse af Svovlsyre og Kalk. Desuden kan Vandet indeholde lidt Jern, Kogsalt og opslemmede Urenheder som Sand og Plantedele. Benytter man foruden naturligt Vand Fortætningsvand fra en Dampmaskine, kan der heri være Stoffer, som det har optaget i Maskinen eller Fortætteren, og af disse er det især Fedtstoffer, som man skal lægge Mærke til. Arten af den Kedelsten, der afsætter sig i Kedlen, vil selvfølgelig være afhængig af det Vand, man pumper ind i Kedlen, men den vil ogsaa være afhængig af, hvilken Behandling Vandet har faaet, førend det naar derind,

og det vil forstaas, at denne Behandling bør gaa ud paa at faa fjernet de kedelstensdannende Stoffer førend de kommer ind i Kedlen, saa at der ikke i denne udskilles noget. Da dette ikke i alle Tilfælde kan naas, har man forsøgt andre Veje til at uskadeliggøre Kedelsten.

Man har forsøgt at bestryge Kedlens Indre med Stoffer, der forhindrer Kedelsten i at fæstne sig paa Pladerne. Et saadant Stof, som vistnok er uskadeligt, og som vist ogsaa hjælper noget, er en Blanding af Grafit og Mælk, som børstes paa Kedelpladerne paa samme Maade, som man børster en Kakkelovn.

Man har forsøgt at faa Stenen til at udfælde sig paa bestemte Steder, saa at man let kunde fjerne den, og saa at den ikke sætter sig paa Væggene. Det første Forsøg var ved at fylde skarpkantede Smaastykker som Glasskaar og Blikaffald i Kedlen; idet Vandet hvirvledes rundt inden i den, skulde disse Stykker slibe og skrabe Kedelstenen af Væggen; men dette skete ikke, fordi de snart omhylledes med Kedelsten og mistede deres skarpe Kanter.

En anden Maade, hvorved man skulde undgaa at faa Kedelsten udskilt paa Pladerne, er at lade Fødevandet i Damprummet i tynde Straaler risle over et System af Render eller Jalusier; herved opvarmes det af Dampen, saa at det faar samme Temperatur som Kedelvandet. Kedelstenen skulde nu udskille sig paa Renderne og ikke komme paa Pladerne. Her i Landet er denne Fremgangsmaade lidet anvendt.

Saa har man endelig ved at sætte forskellige Stoffer til Fødevandet søgt at faa Kedelstenen udskilt ikke som en haard Masse, der sidder fast paa Kedlens Vægge, men som Pulver, der holder sig svævende i Vandet, eller i hvert Tilfælde som en blød, svampet Masse, der let lader sig skrabe af Væggene. Et saadant Middel vil altid kræve en hyppig Skiften af Vandet eller en med korte Mellemrum foretagen Udblæsning af Bundvandet, efter at der er kommet Ro i Kedlen, thi ellers vil man risikere, at Slammet bundfældes og sætter sig fast i Bunden af Kedlen. Som saadanne Stoffer kan nævnes Soda i Forbindelse med et eller andet Stof, der som Regel stammer fra Planteriget, f. Eks. Kateku, Stivelse, Kartofler eller lignende Stoffer. Selv om man maaske i enkelte Tilfælde vil spore en Virkning af dem, vil

dette være sjældent, ofte forbundet med andre uheldige Virkninger, og man kan i hvert Tilfælde være sikker paa, at man køber de Stoffer, der fyldes i Kedlen, til en Pris, der er overordentlig høj. Man maa selvfølgelig i hvert Tilfælde faa udfældet samme Kedelstensmængde og som Regel noget mere, fordi der bringes fremmede Stoffer ind, og disse Midler bør kun anvendes under meget skarp Kontrol og paa saadanne Steder, hvor anden Fremgangsmaade er udelukket.

Den eneste Maade, hvorpaa Kedelstensdannelse i Kedlen kan undgaas, er ved at faa de kedelstendannende Stoffer udskilt, førend Vandet bliver sat paa Kedlen; dette kan lade sig gøre, men det koster selvfølgelig baade Penge og Tid.

De Hovedbestanddele, der danner Kedelstenen her i Landet er den tvekulsure Kalk og Gibsen. Kemien lærer os, at man kan faa den tvekulsure Kalk omdannet til kulsur Kalk ved at sætte Kalkvand til. Kalkvand faas ved at udrøre læsket Kalk i Vand. Den kulsure Kalk kan ikke holde sig opløst og udskiller sig. Ved Opvarmning af Vandet fremskyndes og fuldstændiggøres Udskillelsen, idet man derved uddriver den i Vandet opløste Kulsyre, som forøger Vandets Opløsningsevne. Ved Tilsætning af Soda kan man ogsaa faa den tvekulsure Kalk omdannet til kulsur Kalk og derved udskilt, men desuden kan Soda omdanne Gibsen (svovlsur Kalk) til kulsur Kalk og dermed ogsaa udskille den. Ved Tilsætning af Kalkvand og Soda og Opvarmning af Vandet faar man de opløste Stoffer udskilt som Bundfald, og de kan nu fjernes ved en Filtrering af Vandet. Den Behandling sker nu i Fødevandsrenseren; Fig. 66 viser en af Firmaet Bruun-Krüger fremstillet Renser.

Kemikalierne skal tilsættes Fødevandet netop i den Mængde som skal benyttes, og dette sker ved Hjælp af den saakaldte Vippeskaal, som bestaar af to Rum, og som kan vippe fra den ene Side til den anden.

Vandet føres til Skaalen *c* gennem Røret *k* og løber ned i Skaalens ene Rum. Naar dette er fyldt, faar den ene Side af Skaalen Overvægt, og Skaalen vipper, hvorpaa Vandet løber ud af Rummet; imidlertid fylder det andet Rum sig fra Røret og faar Overvægten, naar det første Rum er tømt. Skaalene vipper

saaledes stadig op og ned, og hver Gang løber der en ganske bestemt Mængde Vand ned i Karret. Vippeakslen er ført ud igennem Væggen paa Karret *e* og er fast forbundet med en Vinge, som bevæger sig i det halvrunde Kar *d*, hvori Kemikalierne findes. Vingen holder Kemikalierne godt blandede. I Bunden af Skaalen *d* findes en lille Ventil, hvis Spindel er ført op og ender i Kuglen *n*; hver Gang Vingen bevæger sig, løftes denne lille Ventil af en Knast paa Vingens Aksel, og derved

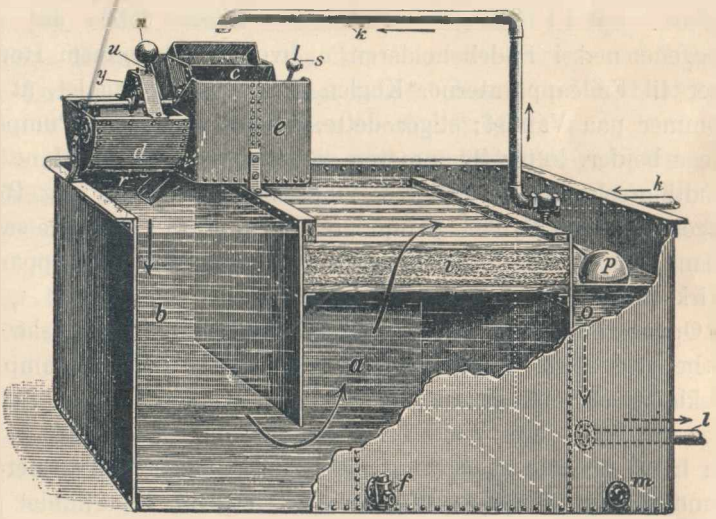


Fig. 66.

øber en ganske bestemt Mængde af Kemikalievællingen ned i Rummet *b*, hvor den blander sig med Vandet. Den Mængde Kemikalier, der løber ned, reguleres af selve Skaalen, idet et lille Anslag paa Vingens Aksel holder Ventilen aaben i længere eller kortere Tid, eftersom man ønsker mere eller mindre tilsat. Det vil nu forstaas, at der, hver Gang Skaalen vipper, vil løbe en bestemt afmaalt Mængde Vand og en bestemt afmaalt Mængde Kemikalier ned i Rummet *b*, hvori Vandet bør opvarmes til 60 à 70°, enten ved at der tilsættes varmt Vand fra Fortætter eller Kogeapparater, eller ved at der tilføres frisk Damp eller Spildedamp gennem et særligt Damprør. I Rummet *b* udskiller

den kulsure Kalk sig, og Blandingen løber, som Pilen viser, under Skillevæggen ind i Rummet *a*, hvor det bevæger sig opad; en stor Del af Urenhederne og de stendannende Stoffer bundfælder sig her, medens Vandet samt de sidste Urenheder bevæger sig herfra igennem Filteret. Bunden i dette er en Rist, der lader Vandet passere, og hvorpaa der ligger et Lag af Træuld, der holdes presset sammen af den viste Tremme; Vandet skal passere igennem de smaa Mellemrum i Træulden, og derved tilbageholdes de sidste Rester af Urenheder, saa at kun rent og renset Vand kommer op til Filterets Overflade. Herfra løber det over Væggene ned i Fødebeholderen *o*, hvorfra det gennem Røret *l* løber til Fødeapparaterne. Kuglen *P* er hul og saa let, at den svømmer paa Vandet; stiger dette, hvilket sker naar Pumperne ikke arbejder, løfter Svømmeren sig og lukker for en Hane paa Vandtilførselsrøret *k*, hvorved Vippeskaalen standser, og Rensningen ophører. Synker Svømmeren igen, fordi Pumperne sættes i Gang, aabner den for Vandhanen og sætter atter Renseapparatet i Virksomhed.

Opvarmningen af Fødevandet kan undertiden ogsaa ske ved at benytte den Varmemængde, der findes i Spildedamp fra Maskinen eller Kogeapparatet, hvor Forholdene ikke tillader atter at lade dette Vand blive pumpet ind paa Kedlen. Man kan hertil benytte et Apparat, der ganske ligner Forvarmeren Economiserne af System Wm. Schmidt. Fig. 35. Fødevandet passerer den paa samme Maade som i Figuren, men i Stedet for at lade Vandet fra Economiseren passere igennem Rummet *i f*, ledes Spildedampen herigennem og afgiver sin Varme til Fødevandet; det saaledes forvarmede Vand føres derpaa til Røret *k* Fødevandsrenseren.

Det blev sagt, at der undertiden kunde komme Fedtstoffer i Kedlen, naar man brugte Fortætningsvand fra Dampmaskinen som Fødevand; saadan fedtholdigt Vand er overordentligt farligt for Dampkedlen. Dels kan Fedtstofferne under langvarig Indvirkning af den høje Temperatur sønderdele sig, saa at der danner sig Stoffer, som angriber Kedelpladerne, men dels kan Fedstofferne i Forbindelse med Kedelstenen paa Pladerne danne en Masse, som er aldeles uigennemtrængelig for Vand og derfor

foraarsager en overordentlig høj Pladetemperatur, der som almindelig Kedelsten, men endogsaa i ganske tyndt Lag foraarsager Utætheder i Samlingerne og Buledannelser i Pladerne. Det er overordentligt vanskeligt at fjerne Olie fra Vandet; den simpleste Maade er at filtrere Vandet gennem et Filter, der bestaar af Smaakokes; men dette Filter maa hyppigt renses og en hyppig Undersøgelse af Kedlens Indre maa finde Sted.

Kedlen maa undertiden renses, og dette skal ske mindst en Gang aarlig. Naar der vises grov Forsømmelighed ved dens Rensning, kan Tilsynet paabyde, at Kedlen skal renses med visse bestemte Mellemrum, der dog ikke maa være kortere end 3 Uger, naar Kedlen benyttes 12 Timer i hvert Døgn, og i Forhold hertil, naar den bruges mere eller mindre. § 36 [25].

Forud for Kedelrensningen gaar en fuldstændig Udblæsning af Kedlen. Forinden denne sættes Kedlen fra som ovenfor beskrevet Side 99, og derpaa bør den henstaa i Ro, til Trykket er faldet, og Temperaturen har udlignet sig; kun hvis det haster stærkt kan Fyrdør og Trækkenes Rensedæksler aabnes, for at faa Murværket afkølet. Saafremt Kedlen kun kan tømmes, naar der er Damptryk i den, bør Udblæsningen tidligst ske, naar Trykket er sunket til ca. 1 kg/cm^2. Ganske uforsvarligt er det, straks efter Udblæsningen at fylde Kedlen med koldt Vand for at afkøle den, medens Murværket endnu er varmt; dette kan give Anledning til alvorlige Kedelskader, hvis Reparation koster mange Penge, og som maaske ikke bliver opdaget i rette Tid. Førend Mandedækslet løsnes, maa der aabnes en Prøvehane eller en Lufthane, som giver den ydre Luft Adgang til Kedlens Indre; det kan nemlig ske, at der danner sig Undertryk i den, hvis Udblæsningshanen lukkes for tidligt, fordi Dampen i Kedlen kan fortætte sig, efterhaanden som Kedlen afkøles, uden at Luften kan slippe ind i den. Løsnes Dækslet med Undertryk inde i Kedlen, rives det med Voldsomhed ind i den af den ydre Lufts Tryk, og Ulykker kan blive Følgen.

Naar Kedlen er aaben, bør den udluftes, førend noget Menneske gaar ind i den; dette kan ske ved en lille elektrisk Suger, hvor der findes flere Rensedøre, bør de aabnes alle sammen, saa at der stadig kan komme frisk Luft ind i den. Er Kedlen i

Forbindelse med andre Kedler, som er under Tryk, bør disses Forbindelse med den fjernes, eller der bør indskydes Blindflanger i Dampledningen, og Bundhanen og Fødehanen bør holdes lukkede.

Der maa sørges for tilstrækkelig Belysning i Kedlen; benyttes der elektrisk Lys, maa der udvises stor Forsigtighed; Ledningen fra Stikkontakt til Lampe bør være i et Stykke, Lampehaandtaget bør være af isolerende Materiale, Beskyttelsesnet og Lampefatning bør være anbragt paa isolerende Materialer, og Ledningen bør omhyggeligt undersøges i Forvejen navnlig enhver Del, der kan komme i Berøring med selve Kedlen, og dette bør ske hver Gang Lampen benyttes. Acetylenlamper og Lamper, hvori benyttes letantændelige og giftige Vædsker til Brændsel, bør slet ikke benyttes i Kedlen eller dens Træk.

Trækkene, der skal befares af Kedelrenseren, bør være vel udluftede, og der skal vises Forsigtighed, naar der samler sig større Askemængder i dem; der kan godt under den tilsyneladende kolde Aske findes glødende Masser, som kan give Anledning til Brandsaar og Forgiftning (Kulosforgiftning).

Rensningen af Kedlen bestaar dels i en Rensning af Trækkene og Kedelfladerne udvendig for Sod og Aske, dels i en Rensning indvendig for Kedelsten og Slam og endelig i en omhyggelig Undersøgelse af Kedlen for at opdage mulige tilstedeværende Fejl ved den.

Rensningen for Sod og Aske bestaar i en omhyggelig Afskrabning og Affejning af alle de Plader, der berøres af Røgen, og en Fjernelse af alt i Trækkene liggende Aske. Det er navnlig vigtigt, at al Sod fjernes fra Kedelfladerne, da et Sodlag uden paa dem i høj Grad formindsker deres Evne til at modtage Varmen fra Røgen; findes der Trækrør maa disse naturligvis gennemstødes med Rørbørste.

Rensningen for Kedelsten og Slam er langt besværligere; først maa al løstsiddende Kedelsten afskrabes og fjernes sammen med det Slam, der efter Udblæsningen endnu er tilbage i Kedlen, og derpaa begynder selve Rensningen. Denne kan foregaa med Haanden ved Hjælp af en Pikhammer og Skraber eller ved mekanisk Kraft. Pikhammeren bør være forsynet med to Ægge,

som sidder i Vinkel i Forhold til hinanden, for at man bedre kan komme ind i alle Kroge, men disse Ægge maa ikke være skarpe, da de Mærker, Pikhammeren sætter i Kedelpladen, ofte giver Anledning til Rustdannelse. Skraberen bør være en Fladskraber i den ene Ende og en Vinkelskraber i den anden Ende. Under Rensningen gennemgaas Kedlen fra Plade til Plade, al fastsiddende Sten, som ikke kan fjernes med Skraberen, bankes løs med Pikhammeren, saa at den rene Kedelflade overalt kommer frem; særligt omhyggeligt renses Kroge og Vinkler samt Nittesømmene, da Skader ofte findes her. Gallowaysrør og andre vanskeligt tilgængelige Steder renses med Hammer og passende lange lidt krummede Mejsler. Det er dog ikke muligt med Hammere at fjerne den Sten, der sidder fast, hvor to Vægge er saa tæt ved hinanden, at der ikke bliver Plads til at bevæge Hammeren, og dette er en af Grundene til, at man er gaaet over til at anvende mekanisk drevet Kedelrensningsværktøj. Paa en bøjelig Aksel, befinder sig et Hovede, hvori der sidder flere Smaahamre, som svinger ud, idet Akslen løber rundt, og rammer Kedelstenslaget, som derved løsner sig og falder af. Drivkraften kan være Elektricitet. Undertiden og navnlig ved Rensning af Kogerør, drives Hovedet rundt af en lille Vandturbine; det fra Turbinen kommende Vand skyller den løsnede Kedelsten med sig og fjerner den.

Efter at Kedelstenen paa Pladerne er banket løs og fjernet, maa alle Rørmundinger omhyggelig renses, saa at der ikke er nogen Forstoppelse, alle Ventiler og Haner efterses og slibes, og utætte Pakninger skiftes.

Endelig skylles Kedlen ren helst ved Hjælp af en Slange, det sidste Slam og Skaller fjernes, og nu foretages en omhyggelig Undersøgelse af Kedelfladerne og Nittesømmene for at opdage mulig tilstedeværende Tæringer og Revner samt efterse, om alle Nittehoveder findes. Gamle Tæringer undersøges for at se, om de er skredet frem siden sidste Rensning, og fundne Fejl meddeles Kedlens Ejer. Rist og Fyrbro samt Murværket undersøges ved en Befaring af Trækkene, og fornødne Reparationer foretages.

Det Antal Timer, Kedlen har været benyttet siden sidste

Rensning, og de Bemærkninger, som Eftersynet iøvrigt har givet Anledning til, indføres i Tilsynsbogen, og først saa kan Kedlen lukkes og gøres klar til atter at tages i Brug.

Imellem de rigtige Kedelrensninger foretages der ofte Rensning af Ildkanal og Træk for Sod og Aske som ovenfor beskrevet, ved mindre Kedler kan man undertiden nøjes med en Affejning udefra med Koste paa lange Stænger. Ved Vandrørskedler, hvor det er umuligt at affeje Rørene, renses disse for Sod ved en Dampstraale, som enten kommer fra fast anbragte Apparater, eller fra et bevægeligt Rør, som Renseren fører med Haanden.

Om det Timetal, der bør forløbe mellem hver Rensning, kan der ikke siges noget bestemt; dette er afhængigt af Kedlens Art, men endnu mere af den Maade Fødevandet er behandlet paa, og det maa i hvert enkelt Tilfælde afgøres ud fra de Erfaringer, som Rensningerne giver.

Kapitel 9.

Dampkedelskader og Farerne ved Dampkedlens Brug.

Paa en Dampkedel optræder der i Tidens Løb Skader af meget forskellig Art; nogle opstaar pludseligt, uden at man paa Forhaand har Grund til at vente dem, men andre udvikler sig lidt efter lidt; disse sidste er naturligvis ikke saa farlige som de første, fordi man stadig kan holde Øje med dem ved Rensningen og sørge for Reparation af Kedlen i rette Tid.

De optrædende Skader kan inddeles i:

1) Tæringer
2) Revner og Brud
3) Formforandringer.

Inden for disse tre Grupper finder man Fejl, som skyldes de Forhold, hvorunder Kedlen benyttes, og som ikke er foraarsaget ved mangelfuld Pasning eller daarlig Vedligeholdelse, og Fejl, som skyldes de sidste to Ting, og som derfor kan undgaas ved Omhyggelighed og Agtpaagivenhed. Her skal gives en ganske

kort Oversigt over de almindeligst forekommende Skader og en Forklaring af deres Aarsag, hvor dette er muligt.

1) **Tæringer.** Disse optræder baade udvendigt og indvendigt i Kedlen; de viser sig som Fordybninger i Jernpladen og er ofte i Bunden fyldt med et sort Pulver; fjernes dette ved en Udskrabning, ser man tilsidst det rene Jern.

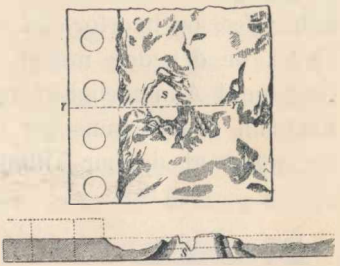


Fig. 67.

De udvendige Tæringer optræder ofte over større Flader og er i saa Fald sjældent af særlig Dybde. Pladen viser sig ujævn, idet Tæringernes Dybde er forskellig; disse er altid foraarsaget ved, at det Murværk eller Isoleringsmateriale, der støder op til Pladen, har været fugtigt i længere Tid. Fugtigheden kan stamme fra utætte Vinduer, men skyldes som Regel Utætheder ved Sømmene paa Kedlen eller Flanger og Ventiler paa Dampledningen.

Fig. 67 viser en saadan Tæring, der er foraarsaget ved, at Isolationsmaterialet stadig er blevet holdt fugtigt.

Undertiden optræder de som tydeligt skarpt begrænsede Fordybninger i Pladen og er da foraarsagede ved, at Kedlen paa dette Sted stadigt er holdt fugtig af Vand, som gennem en Utæthed ved en Søm eller Nagle er kommet ud af Kedlen og stadig har kunnet holde sig her. Ofte vil en saadan Tæring optræde i Trækkene og skrider da hurtigt frem, fordi Fugtigheden optager Syre fra Røgen, og denne Syres Indvirkning paa Jernet fremskynder dettes Ødelæggelse. Fig. 68 viser en saadan Tæring, som hidrører fra Utæthed ved en Nittesøm, og Fig. 69 viser en anden lignende Tæring, der stammer fra en utæt Nagle. Saafremt Kedelrummets Grund ikke er drænet tilstrækkeligt, saa at Grundvandet suges op i Murværket, vil de Plader under Kedlen, som berøres af det fugtige Murværk, være udsat for Tæring, og dette er især farligt, fordi det drejer sig om Steder, der er dækkede af Murværk, saa at Tæringen ofte ikke en Gang opdages, selv ved et omhyggeligt Eftersyn. Til udvendige Tæringer maa ogsaa hen-

regnes de Tæringer, der opstaar ved Rensedækslerne, naar disse ikke pakkes om, saasnart de er utætte; de optræder især hyppigt ved de nederste Dæksler ved opretstaaende Kedler og da navnlig, hvor disse er vanskeligt tilgængelige, saa at man ikke opdager Utætheden, førend det er for sent.

Selv om man ikke kender saa meget til Jernets Rusten, at man med Sikkerhed kan afgøre, hvad Grunden er til, at denne indtræffer, og hvorfor den optræder, som den gør det inde i en Kedel, er det dog muligt at give en Oversigt over, hvor Tæringerne i Almindelighed optræder og dermed fremhæve nogle Forhold, som begunstiger deres Dannelse. I Almindelighed kan det siges, at de har Tilbøjelighed til at danne sig paa Plade-

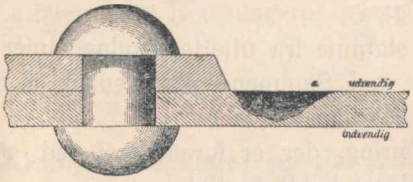


Fig. 68.

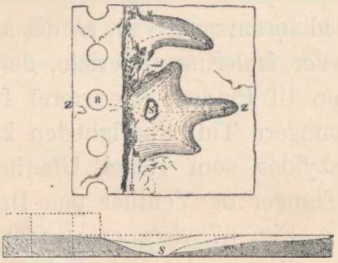


Fig. 69.

dele, som holder sig særlig varme eller særlig kolde, samt paa Pladedele, der er udsat for stærke Kraftpaavirkninger og Bevægelser. Man vil ofte finde Kedler tærede paa Bagbunden lige over Vandlinien, og man vil altid ved en saadan tæret Kedel finde, at Murbuen bagtil enten er faldet ned eller har været faldet ned. Den varme Røg fra Kanalen har opvarmet Pladen stærkt og har gjort Jernet tilbøjeligt til at ruste. Ved en slet renset Ildkanal finder man ofte Tæringer paa den øverste og forreste Del, som ligger over Ilden, hvor den varmeste Røg kommer i Berøring med Pladen; den høje Pladetemperatur er vistnok Skyld i Tæringen. I Bunden af Kedlen vil man ofte finde Tæringer omkring Bundhanen og i Forbundens Runding forneden; her er Murværket trukket tilbage, saa at Pladens Temperatur holdes forholdsvis lav ved Afkøling udefra; samtidig er Vandet paa dette Sted ofte koldere end paa andre Steder, navnlig ved

Lancashire Kedlen, ogsaa derfor er Pladen koldere her, og dette er sikkert Aarsag til Tæringsdannelsen, dog maaske i Forbindelse med, at Slammet i Driftspauserne samler sig her og danner en Masse, der holder paa Luften i Kedelvandet. Hvor Ildkanalen støder sammen med Endebunden, finder man ofte Tæringer, som tidt faar Karakter af en Fure. Her er det de Bevægelser, som Pladen udsættes for ved Ildkanalens Udvidelser og Sammentrækninger, der er Aarsag til Tæringen. Endeligt finder man Tæringer omkring Indmundingen af Føderøret; disse skyldes saa godt som altid, at Vandet, der indpumpes i Kedlen, indeholder Luft, som det afgiver, idet det bliver opvarmet af Kedelvandet, og som derfor sætter sig paa Kedelvæggene i Nærheden.

Fig. 70 viser en saadan Tæring. De omtalte Tæringer er mange Aar om at danne sig og naa en saadan Størrelse, at de rummer en Fare for Kedlen, men dette forandrer sig helt, saasnart man føder med daarligt, syreholdigt Vand eller med Vand, som indeholder Stoffer, der ved Opvarmningen i Kedlen danner Syrer, thi da skrider de overordentligt hurtigt frem og kan i Løbet af faa Aar ødelægge Kedlen. Endelig skal det omtales, at der i Kedler, der i længere Tid ad Gangen er ude af Brug, kan optræde Tæringer navnlig i Vandlinjen, hvor Luften i Kedlen og Vandet har Tid til at virke samtidig. Ved Kedler, der henligger helt tømte, kommer der et Rustangreb over det hele, fordi der i Kedlen findes en Blanding af Vanddamp og Luft ofte med en saadan Varmegrad fra Nabokedler, at Tæringsangreb begunstiges.

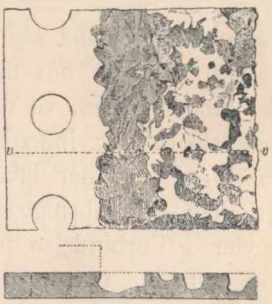


Fig. 70.

Udvendige Tæringer kan man efter det ovenstaaende undgaa, hvis Kedlen er tæt, og enhver Utæthed straks tættes, og saafremt man sørger for at Murværket holdes absolut tørt. Indvendige Tæringer er meget vanskeligere at faa Bugt med. Det første, man maa henvende sin Opmærksomhed paa, er Fødevandet, og her kan vistnok i Almindelighed siges, at dette indeholder Luft, hvis Tæringerne danner sig paa kolde Dele af

Kedlen; en stærk Forvarmning vil ofte hjælpe. Er flere Kedler i Forbindelse med samme Fødeledning, vil ofte en af Kedlerne være særlig udsat for Tæring paa Grund af Luft i Fødevandet. Ligger Fødeledningen over Fødeindmundingerne i Kedlen, er det den sidste Kedel, ligger det under Fødeindmundingerne, er det den første Kedel, der er mest udsat. Man bør indrette det saaledes, at Vandet af sig selv løber til Pumpen, saa at denne ikke behøver at suge, thi derved risikerer man at faa indsuget Luft gennem Pumpens Pakdaase. Det vil ogsaa være rigtigst at rense Kedlen hyppigt, for at faa det løstliggende Slam fjernet, men er dette ikke muligt maa man forsøge blot at skifte Vandet. Danner Tæringerne sig paa varme Dele af Kedlen, og er Murværket i Orden, er der en Mulighed for, at Vandet indeholder Syre eller Stoffer, der danner fri Syre; dette maa straks undersøges, og viser det sig rigtigt, maa det tilraades at skaffe andet Fødevand. Selv om man tilsætter Kemikalier, der ad kemisk Vej binder Syren, vil dette som Regel ikke hjælpe, thi i Dampkedlen kan der indtræde Forhold, hvorved Bindingen stedvis ophæves. Kan der ikke skaffes andet Vand, maa man forsøge i Kedlen at anbringe saadanne Stoffer, som lettere end Jernet træder i Forbindelse med Syren, og her er Metallet Zink saa godt som det eneste, der virkeligt kan hjælpe; dette ophænges i Kedlen, saa at det er helt dækket af Vand og i en god metallisk Forbindelse med Kedelpladen; idet det træder i Forbindelse med Syren, opløses Zinken i Vandet, saa at Zinkklodsen bliver mindre og mindre og derfor ofte maa fornyes. Dernæst maa man sørge for en omhyggelig Rensning og Renholdelse af Kedlen, saa at der ikke samler sig Kedelsten eller Slam noget Sted, og sørge for en forsvarlig Vedligeholdelse af Kedlens Murværk, saa at den varme Røg ikke kan komme i Berøring med Plader, der ikke beskylles af Vand.

Endelig maa man behandle de allerede opstaaede Tæringer, og der kan efterfølgende Behandlingsmaade anbefales. Hver enkelt Tæring udkradses omhyggeligt, saa at alt det sorte Pulver i Bunden fjernes, og det rene Jern træder frem; intet Smuds maa blive tilbage. Derpaa indpensles Tæringen med et tyndt Lag af en Blanding af Grafit udrørt i Mælk eller Vand og

børstes med en Børste, som man pudser en Kakkelovn, til den bliver blank; for de større Tæringers Vedkommende tager man et Gibsaftryk. Derpaa lukkes Kedlen og tages i Brug igen. Ved næste Rensning gentages den samme Behandling; viser det sig, at Grafitlaget sidder fast og vanskeligt lader sig kradse bort, saa skrider Tæringen ikke mere frem; men er det forsvundet, og er der atter sort Pulver i Bunden af Tæringen, er den ikke standset endnu, og en fornyet og omhyggeligere Behandling maa foretages. I den første Tid tages stadig nye Gibsafstøbninger af Tæringerne, og disse sammenlignes med de tidligere tagne for at faa et Skøn over, hvor hurtig Fremadskridningen er. At Kedlen ogsaa nu skal undersøges over det hele følger af sig selv, og mulige nye Tæringer eller Tæringer, som ikke er opdagede tidligere, tages straks under Behandling. Det vil vise sig, at mange af Tæringerne kan standses; man bør dog stadig holde Øje med dem ved Rensningerne, og undertiden tages nye Gibsafstryk. En Udfyldning af en Tæregrube med Autogensvejsning kan ikke tilraades. thi dels kan man gøre Fortræd ved den stærke stedvise Opvarmning af Pladen, dels ved man ikke, om der har dannet sig en metallisk Forbindelse mellem Pladen og det nye Metal eller, om Tæringen kan skride frem under det paasvejsede Materiale, og dels kan netop dette nye Metal, som er anderledes beskaffent end det gamle, give Anledning til et fornyet Tæringsangreb; nogen Forøgelse af Styrken ved Autogensvejsning paa det ved Tæringen svækkede Sted kan man heller ikke regne med.

Revner og Brud. Disse Skader optræder, hvor Pladen er udsat for store og især skiftende Paavirkninger f. Eks. ved Sammenstødet imellem Forbund og Ildkanal, og her er det ogsaa en mangelfuld Rensning, der ofte er Anledningen, thi Forureningerne forøger Pladetemperaturen og dermed Pladernes Bevægelser i Forhold til hinanden. Disse Skader er ofte meget vanskelige at opdage, thi de viser sig som en ganske fin Ridse i Pladen. Fig. 71 viser en Plade med en saadan Revne; det ses, at selv en betydelig Svækkelse af Pladen ikke giver sig til Kende udvendigt og vanskeligt opdages. Føder

man paa en Kedel med koldt Fødevand, saadan at dette strømmer ind paa en varm Plade, sker der herved stadig Opvarmning og Afkøling af denne og dermed følgende Udvidelser og Sammentrækninger, som ofte giver Anledning til Revnedannelse. I Ildkanalen faar man ofte Revnedannelse i Ristehøjde, navnlig naar man anvender bagende eller slaggedannende Kul, fordi Luften fra Askefaldet strømmer op mellem Rist og Plade og foraarsager en stærk Forbrænding her, hvorved en stedvis Opvarmning af Pladen kan finde Sted.

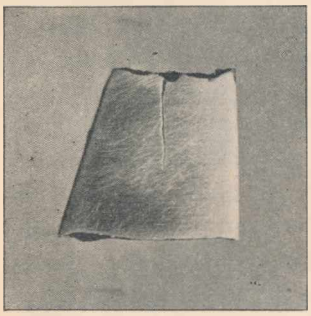


Fig. 71.

Ved for hurtig Afkøling af en Kedel, f. Eks. ved at fylde den med koldt Vand, medens Murværket er glødende, faar man dannet Revner lige under Murværket paa Grund af den store Temperaturforskel mellem Pladen ved Murværket og Pladen under dette. Endelig kan en Revne skyldes daarligt Materiale eller forkert Behandling af Pladen under Kedlens Fabrikation. Undertiden opdages en saadan Skade først længe efter, at Kedlen er taget i Brug, og Skader af denne Art har i mange Tilfælde givet Anledning til Eksplosion.

Formforandringer optræder som Regel i stærkt ildpaavirkede Dele af Kedlen og skyldes enten utilstrækkelig Rensning, som Regel i Forbindelse med Forcering af Kedlen eller slet Pasning — for lav Vandstand.

Skallen i cylindriske Underfyringskedler og Trækrørskedler er i Bunden udsat for at faa Buler; her samler der sig Kedelsten og Slam, som isolerer Pladen, hvorfor den bliver varmere og trykkes udad af Trykket indvendig fra.

Ildkanaler i korniske og Lancashire Kedler faar ofte Formforandringer paa Grund af Kedelstens- eller Oliebelægning; de danner sig da som Regel ikke paa Kanalens øverste Del, men lidt nede paa Siden af Kanalen; her er denne varmest, og en Belægning vil derfor være farlig; Buledannelsen gaar altid indad

i Kanalen — med Damptrykket. Noget lignende sker paa Kanalpladen paa opretstaaende Kedler og Lokomobilkedler, naar det smalle Rum mellem Ildkanal og Skal er tilstoppet med Kedelsten. Ved stærk Forcering af en Kanalkedel kan Kanalen undertiden helt forandre sin Form, saa at den bliver oval.

Benyttes der Underblæst paa en Kedel, kan der ofte komme Stikflammer, hvis Temperatur bliver saa høj, at Pladen kan blive glødende, selv om den ikke er særlig belagt med Kedelsten. Dette sker især ved bagende Kul; disse danner nemlig et temmelig fast Lag, idet de smelter sammen; gaar der Hul i dette Lag, vil Gas og Luft søge ud gennem dette Hul og danne en undertiden lang og meget hed Flamme, som man kalder en Stikflamme, og som kan opvarme Pladen til Glødning i en lang Udstrækning. Naar Pladen er blevet blød, kan Damptrykket indvendig fra trykke den ned i en Pose.

Akkurat det samme sker, hvis Vandstanden i Kedlen er sunken saa dybt, at en Del af Hedefladen er blottet, thi da bliver Pladen ikke paa dette Sted afkølet af Vandet indvendig i Kedlen; den bliver glødende og derfor blød og trykkes af Damptrykket ned i en dyb Pose, som bliver større og større, jo længere Vandmangelen varer.

Formforandringer optræder ogsaa, naar en fyldt Kedel henligger i Frostvejr, saa at Vandet fryser. Herved udvider det sig, (Side 19), og for at skaffe Plads til denne Udvidelse, trykker det paa Kedelvæggen. Formforandringer ved Frostvejr viser sig som Regel ved Renseaabningerne, idet Pladen her er svagest og trykkes udad, saa at der kommer en Formforandring af Kanten af Pladen.

Naar alle Lande nu har indrettet et Tilsyn med Dampkedler og krævet en vis Uddannelse af den, der passer en Dampkedel, saa er det, fordi det har vist sig, at Dampkedeldriften rummer mange Farer for dem, der er i Nærheden af Dampkedlen, og at de Ulykker, der kan ske, ofte faar en stor Udstrækning og betyder en Ødelæggelse af store Værdier.

Den største og alvorligste Fare er Faren for en Kedeleksplosion; denne indtræffer, naar der i en Dampkedels Vægge fremkommer saa stor en Aabning, at Trykket inde i Kedlen pludseligt udligner sig. Man vil derfor forstaa, at et mindre Hul ikke

kan give en Eksplosion; en Hanetold, der ryger ud, eller et Brud paa en Dampledning, vil kun foraarsage, at Kedlen tømmer sig for Vand eller Damp, og vil ikke være farlig, med mindre den foraarsager, at der et andet Sted danner sig en større Aabning. Derimod vil en Revne i Ringsømmen af en Ildkanal sikkert frembringe en Eksplosion, naar dens Styrke formindskes, saa at en Del af Kanalen trykkes ned og danner et stort Hul.

Den første Aarsag til, at Eksplosionen kommer, er altsaa den, at Kedlen gaar i Stykker, og det er derfor, det er af største Vigtighed, at man nøje følger Kedlens Vedligeholdelsestilstand, saa at den ikke paa noget Sted svækkes saa stærkt, at Aabninger dannes, men at Svækkelsen opdages i rette Tid, og Reparation foretages.

Vandmangel er farlig, fordi Jernet mister sin Styrke og rives itu, naar det bliver glødende og formforandres.

Den indre Aarsag til, at Kedlen kan eksplodere, idet der kommer en Aabning, er, at der i den er opsparet en stor Arbejdsmængde paa samme Maade, som der i Krudtet er gemt en Arbejdsmængde, og en Kedeleksplosion og en Krudteksplosion ligner i meget hinanden. Idet Krudtet tændes, vil de Stoffer, hvoraf Krudtet bestaar, forbinde sig med hinanden; ved denne Forbindelse danner der sig Luftmængder, der har et Rumfang, der er mange tusind Gange større end Krudtets Rumfang, og som derfor vil frembringe et uhyre Tryk i det Rum, hvori de er indesluttede, og derfor skaffe sig Plads f. Eks. ved at drive Kuglen ud igennem Kanonløbet.

I Dampkedlen er Vandet indesluttet med en Temperatur, der svarer til det Tryk, det har, og som findes angivet i Tabel 3, f. Eks. til 10 $^{kg}/_{cm^2}$ Overtryk, 183,1 ° C. Danner der sig nu en stor Aabning i Kedlen, vil Dampen strømme ud af Aabningen, og Trykket vil falde ganske overordentligt hurtigt, Ligevægten bliver ophævet, idet Trykket nu ikke længere svarer til den Temperatur, Vandet har, og der sker en stor og meget pludselig Dampudvikling, der ganske kommer til at svare til Luftudviklingen ved Krudteksplosionen; denne Dampmængde vil skaffe sig Plads ligesom Krudtluften bag ved Kuglen, og den river de

svageste Dele af Kedlen i Stykker, vælter Muren og kan endog kaste selve Kedlen eller Dele af den langt bort.

Lad os undersøge, hvor store Dampmængder, der dannes. I en Kedel med Vandindhold paa 8 m^3 = 8000 kg og et Tryk paa 10 $^{kg}/_{cm^2}$ Overtryk er Vandets Temperatur 183,1 °; idet Aabningen danner sig, falder Temperaturen pludseligt til 100 °, og der frigøres derved saa megen Damp, som der kan udvikles ved Hjælp af de Varmeenheder, der er opsparede i Vandet. Idet 8000 kg Vand afkøles 83,1 °, frigøres der 83,1 · 8000 = 654,800 Varmeenheder, og til Dannelse af 1 kg Damp behøves der mellem 480 og 540 Varmeenheder, alt efter den Temperatur, hvorved Dampen dannes. Lad os i Gennemsnit regne 500 Varmeenheder; man vil derfor se, at der dannes $\frac{654800}{500}$ = c. 1310 kg Damp; ved 100 ° fylder 1 kg Damp 1,7 m^3, medens 1 kg Vand fylder omtrent 1 Liter, altsaa $\frac{1}{1000}$ m^3. Dampens Rumfang bliver derfor 1700 Gange saa stor som Vandets, og de 1310 kg Damp vil fylde et Rumfang paa 2200 m^3, medens de før kun fyldte 1,310 m^3. Det er denne store Rumfangsforøgelse, der skal have Plads til at ske, og som formaar at vælte Huse og Mure og anrette Ødelæggelser, som om et Jordskælv var gaaet hen over Stedet.

Naar en Kedel eksploderer paa Grund af Vandmangel, er det kun, fordi Pladen revner, og ikke fordi den glødende Plade formaar at udvikle den Dampmængde, der anretter Ødelæggelsen. 1 kg Jern, der er opvarmet til 800 °, hvilket svarer til en god Rødglødhede, indeholder en Varmemængde, der kun er 92 Varmeenheder, og der skal altsaa for blot at udvikle 1 kg Damp være omtrent 5 kg Jern, der er glødende; en Kvadratmeter af en 10 mm Plade indeholder 78 kg Jern, og kan kun udvikle 7200 Varmeenheder eller omtrent 16 kg Damp, altsaa ganske betydningsløst.

Foruden de Farer, der opstaar ved en Eksplosion, rummer Dampkedeldriften ogsaa andre Farer; de vigtigste af disse skal lige nævnes her, skønt de i det foregaaende er berørte.

Ved ufuldstændig Forbrænding i Ildstedet kan der danne sig brændbare Gasarter, som endda kan blive blandede med Luft. Antændes en saadan Blanding af Gas og Luft, sker der en Gas-

eksplosion, som kan være meget voldsom, selv om den i Almindelighed indskrænker sig til en mindre Rystelse af Murværket. I et enkelt Tilfælde her i Landet har en saadan Eksplosion væltet en Dampskorsten. Den kan være Aarsag til alvorlige Forbrændinger, hvis den antændes, idet Fyrdøren lukkes op, thi da kan der slaa en lang Flamme ud gennem denne. Dette undgaas ved at sørge for en god Forbrænding og ved at sørge for, at Kedlen udluftes forsvarligt i Trækkene før Opfyring. Der maa ikke være helt lukket Spjæld, saa længe der endnu er Ild paa Risten.

Desuden er der en Fare for Skoldning; danner der sig en mindre Aabning paa Kedellegemet, vil Damp eller Vand strømme ud igennem denne og muligvis ramme et Menneske; danner Utætheden sig i Ildstedet, er der Fare for at Ilden fra Ildstedet gennem Fyrdøren kastes ud og forbrænder en foran staaende; derfor bør Fyrdøren altid være lukket med en god Klinke.

Endelig maa Farerne ved Kedelrensning ikke glemmes, men disse er allerede omtalt under Kedelrensningen, samtidig med at de Foranstaltninger, hvorved de forhindres, er omtalt.

For saa vidt muligt at forhindre disse Farer for Mennesker og formindske de Tab af Værdier, som saadanne Uheld fører med sig, har ethvert Land opstillet visse Regler, som skal overholdes, og ansat teknisk uddannede Embedsmænd, som skal kontrollere, om Reglerne overholdes og sikre sig, at Kedlerne virkelig kan taale det Tryk, hvormed de arbejder. Her i Landet er det Fabriktilsynet og dettes Fabrikinspektører, der foretager denne Kontrol og de nødvendige Eftersyn, og Reglerne herfor er angivne i den tidligere omtalte Bekendtgørelse af 15de Dec. 1919.

Enhver under offentligt Tilsyn henhørende Dampkedel skal af Tilsynet underkastes Hovedsyn:

1) forinden den tages i Brug som ny eller efter foretagen Hovedreparation eller, saafremt den er faststaaende, efter stedfunden Flytning, samt
2) i det fjerde Kalenderaar efter sidste Hovedsyn.

Endvidere skal enhver af de nævnte Dampkedler til ubestemte Tider af Tilsynet underkastes et Eftersyn. § 45.

Hovedsynet bestaar i en Trykprøve og en Undersøgelse, om

de givne Forskrifter vedrørende Forfærdigelse, Indretning, Opstilling og Udstyr af Dampkedlen med Dampledninger og øvrige Tilbehør er fyldestgjorte, samt, om de givne Bestemmelser om Dampkedlens Pasning og Besigtelse er overholdte. § 46.

Ved de til ubestemte Tider foretagne Eftersyn skal Tilsynet paase, at Dampkedlen med Tilbehør fremdeles er indrettet, udstyret og passet i Overensstemmelse med de i Bekendtgørelsen indeholdte Bestemmelser, at den har været underkastet den paagældende Besigtelse, samt at den forøvrigt er i forsvarlig Stand.

Faststaaende Dampkedler i regelmæssig Brug bør underkastes Eftersyn mindst een Gang hvert Aar, dog at Eftersynet kan bortfalde i de Aar, i hvilke Dampkedlen underkastes Hovedsyn. § 51.

I de Kalenderaar, hvor Hovedsyn ikke finder Sted, skal enhver det offentliges Tilsyn underkastet Dampkedel efter stedfunden Kedelrensning besigtes ind- og udvendig af Fabrikinspektøren eller den, som af Arbejds- og Fabriktilsynet maatte blive antaget dertil i Inspektørens Sted.

Det paahviler Kedlens Ejer eller Bruger at sørge for, at Kedlens Rensning foretages umiddelbart forinden Besigtelsen, og at de øvrige til dennes Udførelse fornødne Forberedelser er truffet rettidig. § 52.

Ved Udførelsen af de paabudte Besigtelser skal følgende iagttages:

1. Naar der formodes at være Beskadigelser paa Kedlen, skal Besigtelsesmanden kræve Kedlens Beklædning aftaget og Murværk fjernet i den Udstrækning, som er fornøden til en Besigtelse af Kedlen paa de paagældende Steder. Ligeledes kan Besigtelsesmanden forlange udtaget Rør m. v., som hindrer Adgang til Kedlens Indre.

2. Den Dag, Besigtelsen finder Sted, bør Kedlen være passende afkølet; staar den i Forbindelse med andre Kedler, som er under Tryk, skal forinden Besigtelsen disses Forbindelse med den fjærnes; om fornødent paasættes Blindflanger.

3. Ved den ind- og udvendige Besigtelse, skal Besigtelsesmanden undersøge:

a) om Kedlen er omhyggelig renset, indvendig for Kedelsten, Fedtstoffer, Slam m. m. og udvendig for Aske, Rust m. m.;

b) om der findes Lækager ved Samlingerne m. m.;

c) om der noget Sted kan spores kendelige Formforandringer; særlig underkastes Fyrkanaler og Plader i Kedlens fldrum en omhyggelig Undersøgelse herfor;

d) om Plader, Vinkler, Kanaler, Afstivninger m. m. er tærede. Er Tæringen saa vidt fremskreden, at Kedlens Styrke derved er væsentlig forringet, maa Undersøgelsen foretages med særlig Omhu; er der Tvivl om Godstykkelsens Tilstrækkelighed, foretages en Prøveboring, eller den undersøges paa anden hensigtsmæssig Maade; mistænkelige Steder prøves ved Hammerslag;

e) om alle indvendige Mundinger i Kedlens Indre til Ventiler Haner og Rør er rensede;

f) om Kedelbeslagene er i forsvarlig Stand.

4. Er en Dampkedel utilgængelig for indvendig Besigtelse, undersøges dens Indre saa omhyggeligt som muligt udvendig fra gennem Mande- og Rensehuller m. m.

5. Efter endt Besigtelse indfører Besigtelsesmanden Hovedresultatet af Besigtelsen i Tilsynsbogen.

6. Findes Kedlen ved Besigtelsen at være i en saadan Tilstand, at den fortsatte Brug skønnes at være forbunden med Fare, skal Besigtelsesmanden straks underrette Fabrikinspektøren og Kedlens Ejer eller Bruger derom. Kedlen maa da ikke tages i Brug, før Tilsynet giver Tilladelse dertil. § 53.

Saafremt Dampkedlen eller dens Tilbehør ved et Syn eller en Besigtelse viser sig at være i en saadan Tilstand, at den fortsatte Brug skønnes at være forbunden med Fare, kan Tilsynet nedlægge Forbud imod dens Brug, indtil det ved et af Tilsynet foretaget overordentligt Hovedsyn, hvis Omkostninger afholdes af Dampkedlens Ejer eller Bruger, er godtgjort, at Kedlen er i forsvarlig Stand. Forbudet kan nedlægges mundtligt af Tilsynet, men skal inden 3 Dage skriftligt stadfæstes af Direktoratet for Arbejds- og Fabriktilsynet ved en af Grunde ledsaget Kendelse.

Ved ethvert overordentligt Hovedsyn er Tilsynet berettiget til at foretage en indvendig Undersøgelse af Kedlen.

Saafremt nogen Mangel eller Fejl ved Dampkedlen eller dens Tilbehør er bekendt for Kedelpasseren, er denne forpligtet til straks at meddele dette til Kedelejeren eller dennes Stedfortræder

og under Synsforretningen, om Mangelen eller Fejlen ikke er rettet, forpligtet til at gøre Tilsynet opmærksom derpaa. § 54.

Ved enhver Ildstedkedel, der er undergiven offentligt Tilsyn, skal forefindes en af Indenrigsministeren godkendt Tilsynsbog, i hvilken den, der passer Kedlen, skal anføre, hvor mange Timer Kedlen benyttes, og endvidere skal gøre Optegnelse, naar Kedlen renses, efterses eller istandsættes, naar der viser sig væsentlige Mangler eller Uregelmæssigheder under dens Benyttelse, samt naar den i længere Tid har været ude af Drift.

Tilsynsbogen skal ved ethvert Syn forelægges Tilsynet, der indfører i den Hovedresultatet af Synet, undersøger, om der i Bogen er indført Resultatet af den paabudte Besigtelse, samt, for saa vidt der er forefundet væsentlige Mangler ved Dampkedlen, anfører de Tidspunkter, inden hvilke Manglerne skal være afhjulpne.

Rigtigheden af enhver Indførsel i Bogen vedrørende Kedlens Rensning, Syn, Besigtelse, Reparation og Mangler attesteres ved Underskrift af den paagældende. § 59.

Enhver, som har med Pasningen af en Dampkedel at gøre, maa være sig sit Ansvar bevidst; han maa vide, at Overholdelsen af alle disse Regler er nødvendig for at forebygge de Farer, som Dampkedeldriften foraarsager, og han maa ikke alene erindre, at han selv er den, det først gaar ud over, hvis der sker en Ulykke, men ogsaa, at han ved mangelfuld Pasning og ligegyldig Betjening af Dampkedlen udsætter andres Liv for Fare og bliver krævet til Ansvar for de Liv, han forøder, og de Ulykker, hans Ligegyldighed fører med sig.

DAMPMASKINEN

Kapitel 10.

Maskinens Indretning.

Den almindelige Form af en mindre Dampmaskine, saaledes som den anvendes ved faststaaende Anlæg, viser Fig. 76 og 77. I Fig. 76

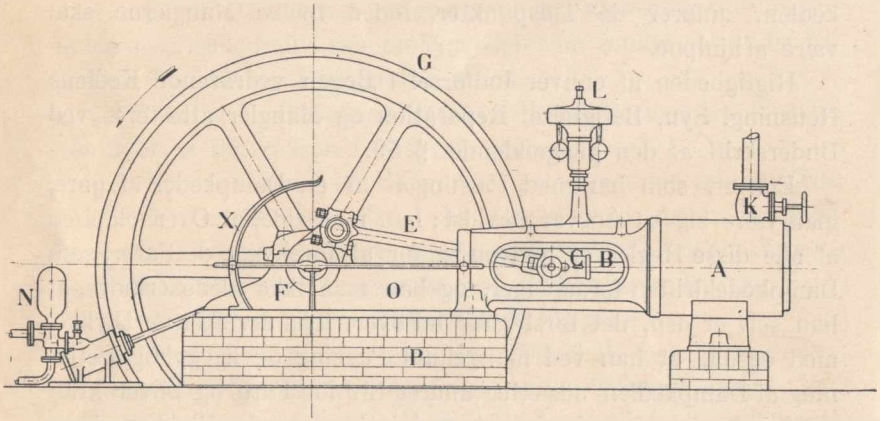


Fig. 76.

ses Maskinen fra Siden, i Fig. 77 fra oven. *A* er Cylindren, hvori et Stempel kan vandre frem og tilbage, som det senere vil blive forklaret. Ved Hjælp af Stempelstangen *B*, som gaar damptæt ud gennem Cylindrens ene Endebund, forbindes Stemplet med Krydshovedet *C*. Dette maa da komme til at bevæge sig frem og tilbage sammen med Stemplet, og for at Bevægelsen kan foregaa nøjagtig efter en ret Linje, nemlig Forlængelsen af Cylindrens Midtlinje, er Krydshovedet forsynet med Glidesko, som glider paa afrettede Flader indvendig i det Rundstyr, der omgiver Krydshovedet.

Dettes frem- og tilbagegaaende Bevægelse omsættes nu til en omdrejende Bevægelse ved Hjælp af en Krumtapmekanisme, som bestaar af en paa Hovedakslen fastkilet Krumtaparm *F*, i hvis yderste Ende der er anbragt en Tap, Krumtappen (Krumtappinden), og af en lignende Tap, Krydshovedtappen, der sidder fast i Krydshovedet, samt endelig af en Stang *E*, Plejlstangen, som forbinder de to Tappe. Naar Plejlstang og Krumtaparm ligger i Flugt med hinanden, hvilket vil ske 2 Gange under en Omdrejning, kan selv det største Damptryk paa Stemplet ikke drive Akslen rundt. Disse Stillinger kaldes Maskinens Død-

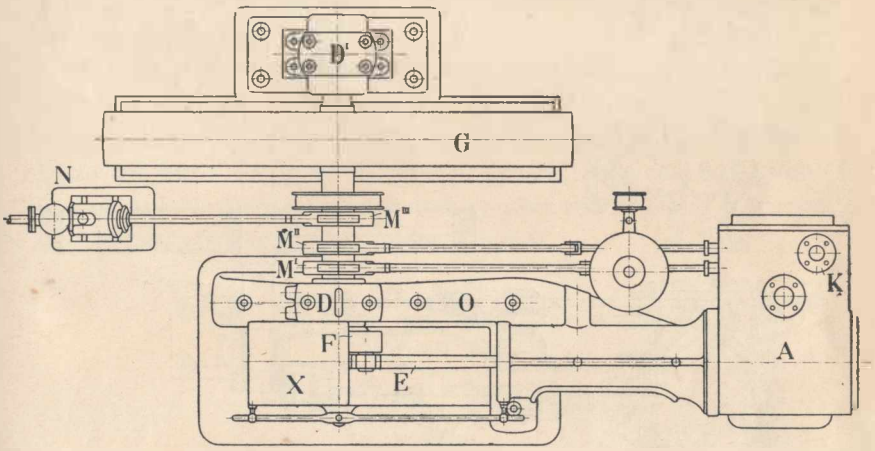
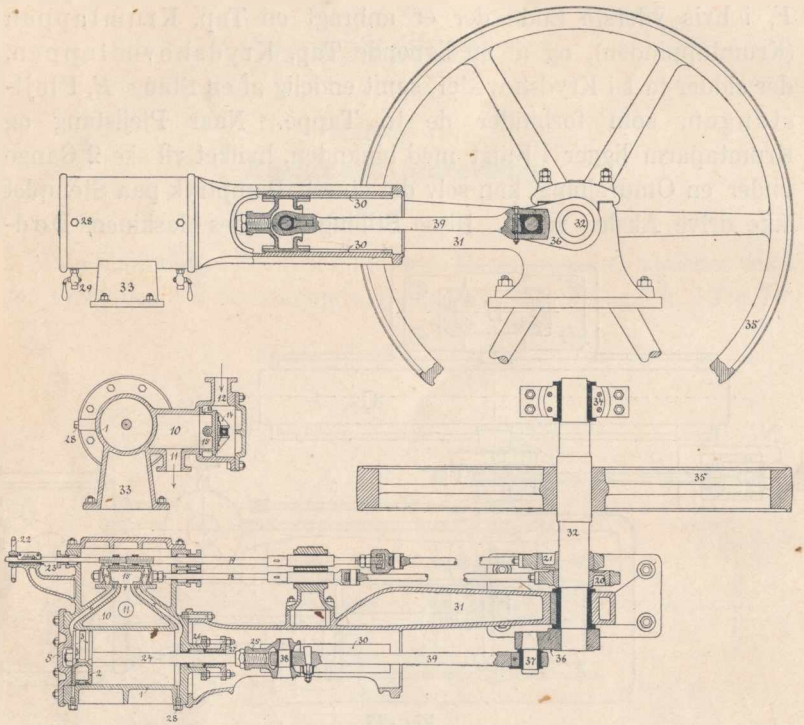


Fig. 77.

punkter. Under Gang hjælpes Maskinen over disse af Svinghjulet *G*, der er fastkilet paa Hovedakslen og har en tung Krans, som bevirker, at det ikke er tilbøjeligt til at standse, naar det først er kommen i Bevægelse.

Hovedakslen hviler i 2 Lejer, Hovedlejet *D* lige op ad Krumtaparmen og Baglejet D^1 ved Akslens anden Ende. Lejerne skal opstilles saaledes, at Akslens Midtlinje bliver nøjagtig vandret og vinkelret paa Cylindrens Midtlinje. Dette opnaas bl. a. ved en solid Forbindelse mellem Hovedlejet og Cylindren gennem Maskinstativet. Dette bestaar af det før omtalte Rundstyr, som boltes sammen med Cylindren ved den ene Ende, og som ved den anden Ende har en Forlængelse *O*, der kaldes

Bajonetten. Den yderste Ende af Bajonetten danner Underdel for Hovedlejet *D*. Rundstyr, Bajonet og Hovedleje er desuden



1. Cylinder
2. Stempel
3. Stempelringe
4. Opskæring i Stempelring
5. Cylinderdæksel
6/7. Dampkanaler
8. Dampporte
9. Afstrømningsaabning
10. Afstrømningsrum
11. Spilddamprør
12. Damprør
13. Hovedglider
14. Ekspansionsglider
15. Hovedgliderens Hulrum
16/17. Kanaler i Hovedglider
18/19. Gliderstænger
20/21. Ekscentriker
22/23. Apparat til Indstilling af Ekspansionen
24. Stempelstang
25. Krydshoved
26/27. Pakdaase
28. Knast til Indikator
29. Aftapningshane
30. Rundstyr
31 Bajonetstativ med Hovedleje
32. Hovedaksel
33. Cylindrens Fod
34. Bagleje
35. Svinghjul
36. Krumtaparm
37. Krumtappind
38. Krydshovedtap
39. Plejlstang

Fig. 78.

støbt i eet Stykke med en stærk Fodplade, som boltes til et svært, muret eller betonstøbt Fundament *P*. Baglejet bæres ogsaa af et Fundament, og det samme er Tilfældet med Cylindren, naar Maskinen ikke er meget lille.

Dampen føres til Maskinen gennem Damprøret med Stopventilen *K*. Den brugte Damp føres bort fra Maskinen gennem Spilddamprøret. Dampens Bevægelse inde i Maskinen styres, saaledes som det senere vil blive nærmere forklaret, af 2 Glidere, der trækkes ved Hjælp af 2 Ekscentriker M^I og M^{II}. En tredje Ekscentrik M^{III} ses i Fig. 77. Den trækker Fødepumpen *N*. Endelig viser de to Figurer Regulatoren *L* og en Stænkskærm *X*.

Fig. 78 viser forskellige Billeder af en anden lignende Dampmaskine, men her er Cylindren og flere andre Dele af Maskinen gennemskaaret, saaledes at man ser mange flere Enkeltheder. Disse vil blive nærmere beskrevet senere, men Benævnelserne paa de enkelte Dele er allerede her angivet ved Hjælp af Numrene med tilhørende Forklaring under Figuren.

Kapitel 11.
Kraft og Arbejde.

Kraft. Ved Udtrykket Kraft betegner man Aarsagen til, at et Legeme, d. v. s. en Samling af Stof, forandrer sin Bevægelse enten i Retning eller i Hastighed (herunder indbefattet, at det gaar fra Hvile til Bevægelse eller omvendt).

Alle Legemer er paavirket af Jordens Tiltrækningskraft (Tyngdekraften), som drager dem mod Jordens Centrum. Er Legemet ophængt i en Snor, vil der komme et Træk i denne, men er Snoren stærk nok til at kunne taale dette Træk, forbliver Legemet i Ro. Det vil da være paavirket af 2 Kræfter, nemlig Tyngdekraften, der virker lodret nedad, og Trækket i Snoren, der virker lodret opad. Da de to Kræfter er lige store og modsat rettede, ophæver de hinandens Virkning; man siger, at de holder hinanden i Ligevægt. Klippes Snoren over, ophører Trækket i den

at virke; Legemet er nu kun paavirket af 1 Kraft og vil da bevæge sig i dennes Retning, altsaa lodret nedad, med stadig voksende Hastighed, indtil det træffer paa et andet Legeme (f. Eks. Jordens Overflade), som har tilstrækkelig Fasthed til at kunne øve et lige saa stort Modtryk som det Tryk, det faar fra det faldende Legeme. Dette vil da blive liggende.

En Krafts Størrelse maales i Kilogram (kg). Størrelsen af den Tyngdekraft, der paavirker et Legeme, angives ligefrem af Legemets Vægt, som kan faas ved Afvejning paa en Vægtskaal. I andre Tilfælde kan en Kraft maales ved Hjælp af Instrumenter, som ofte er indrettet i Lighed med en Fjedervægt. Indskydes en saadan i en Snor, hvori der virker et Træk, vil den netop angive Trækkraftens Størrelse.

Arbejde. Naar en Kraft bevæger et Legeme, siger man, at den udfører et Arbejde, og Størrelsen af dette Arbejde angives ved Produktet af Kraften og den Vej, gennem hvilken Legemet er blevet flyttet i Kraftens Retning, altsaa

$$\text{Arbejde} = \text{Kraft} \times \text{Vej}.$$

Vejen maales i Meter (m), og Arbejdet faas da i Kilogrammeter (kgm). Løftes f. Eks. en Byrde paa 10 kg fra Gulvet lodret op paa et 0,75 m højt Bord, saa er den anvendte Kraft 10 kg og den gennemløbne Vej 0,75 m; der er altsaa udført et Arbejde paa $10 \cdot 0{,}75 = 7{,}5$ kgm.

Hestekraft. Ved Bedømmelsen af en Maskines Brugbarhed i et givet Tilfælde maa der ogsaa tages Hensyn til, hvor lang Tid den er om at udføre et Arbejde af en vis Størrelse. Man taler derfor ogsaa om en Maskines Arbejdsydelse, og denne maales i Hestekraft (HK). Ved en Hestekraft forstaar man et Arbejde paa 75 kgm udført i Løbet af 1 Sekund (sek). Man beregner altsaa Hestekraften ved først at finde, hvor stort et Arbejde (udtrykt i kgm), der er udført i Løbet af 1 sek, og derefter udregne, hvor mange Gange 75 „gaar op" deri. Hvor mange Hestekraft der f. Eks. er blevet udviklet ved den før omtalte Løftning af 10 kg gennem 0,75 m Højde, kommer an paa,

hvor lang Tid der er brugt til Løftningen. Er Arbejdet udført i Løbet af 1 sek, bliver Arbejdsydelsen

$$\frac{10 \cdot 0{,}75}{75} = 0{,}1 \text{ HK.}$$

En middelstærk Hest, som skal arbejde i en Hestegang 8 Timer om Dagen, kan regnes at udøve et Træk paa 45 kg i Bommen. Bevæger den sig med en Hastighed af 0,9 m pr. sek, bliver det i Løbet af 1 Sekund udførte Arbejde $45 \cdot 0{,}9 = 40{,}5$ kgm, og Arbejdsydelsen er følgelig

$$\frac{40{,}5}{75} = 0{,}54 \text{ HK,}$$

altsaa kun lidt over $^1/_2$ HK.

Energi. Ved Energi forstaar man i Tekniken den Arbejdsevne, et Legeme sidder inde med. Energien kan optræde i forskellige Former. Ethvert Legeme er alene paa Grund af sin Vægt i Besiddelse af en vis Energi; ved at falde, d. v. s. nærme sig Jordens Centrum, er det i Stand til at udføre et Arbejde. Naar jeg f. Eks. Søndag Morgen trækker min gamle „Bornholmer" op, saa vil det sige, at jeg hæver 2 Lodder, hver paa 5 kg fra Kassens Bund til en Højde af 1,3 m over samme. Denne Løftning kræver for hvert Lods Vedkommende et Arbejde paa $5 \cdot 1{,}3 = 6{,}5$ kgm, og dette Arbejde maa jeg udføre ved Optrækningen og saa endda lidt mere paa Grund af Gnidningsmodstand i Hejseværket. Loddets Indhold af Energi forøges derved med 6,5 kgm, og Loddet er nu i Stand til at udføre et Arbejde af denne Størrelse ved i Løbet af den følgende Uge at synke ned til Kassens Bund igen, idet Arbejdet medgaar til at drive Urværket.

Som ovenfor nævnt, maatte jeg ved Urets Optrækning udføre et lille ekstra Arbejde ved at overvinde Gnidningsmodstand i Hejseværket, og den Energi, der er medgaaet hertil, er Loddet ikke kommet i Besiddelse af; den er altsaa tilsyneladende gaaet tabt. Dette er dog ikke Tilfældet i den Forstand, at denne Energimængde er sporløst forsvundet. Det kan paavises, at ved

enhver Lejlighed, hvor der overvindes Gnidningsmodstand mellem to Legemer, foregaar der en Opvarmning. Enhver ved jo, hvorledes man kan varme Hænderne ved at gnide dem mod hinanden, hvorledes man kan faa Satsen paa en Tændstik opvarmet til Antændelse ved at gnide den mod en Strygeflade o. s. v. I alle saadanne Tilfælde foregaar der i Virkeligheden dette, at en Del Arbejdsenergi omsættes til Varmeenergi.

Energi kan med andre Ord optræde i forskellige Former, og den samme Mængde Energi kan optræde snart i en og snart i en anden Form. Man taler bl. a. om Arbejdsenergi, Varmeenergi, Spændingsenergi, elektrisk Energi, kemisk Energi o. s. v. Medens Arbejdsmængder som ovenfor nævnt maales i kgm, maales Varmemængder i Kalorier (Kal.), idet man ved 1 Kalorie forstaar den Mængde Varme, der medgaar til at opvarme 1 kg Vand 1 ° Celsius. Man har nu ved Forsøg godtgjort, at naar en vis Mængde Arbejde omsættes til Varme, saa kommer der altid en bestemt Varmemængde ud af det, og omvendt. Det har vist sig, at der maa udføres et Arbejde paa 427 kgm for at frembringe 1 Kalorie.

Den vigtigste Energikilde, vi har, er Solen. Det er dog endnu yderst sjældent, at dens Varme direkte omsættes til Arbejde. Af den Energi, Solen sender os i Form af Lys og Varme, opsamles imidlertid en stor Del i Planteveksten som kemisk Energi, og det er saadan for mange Aartusinder siden opsamlet Solenergi, vi benytter, naar vi brænder Kul paa vore Ildsteder. Forbrændingen er en kemisk Proces, ved hvilken de kemiske Forbindelser, som findes i Brændslet, spaltes, medens andre dannes. Resultatet bliver en Varmeudvikling, og den er man i Stand til at omsætte til Arbejde i Dampmaskinen, idet man benytter Vand som Mellemled.

Kraftmaskiner og Arbejdsmaskiner. Dampmaskinen kommer derved til at høre til den Gruppe Maskiner, der kaldes Kraftmaskiner. Af andre Kraftmaskiner kan nævnes Vandhjul, Vandturbiner, Vindmotorer, Gasmotorer, Oljemotorer, ja, ogsaa Mennesker og Dyr maa henregnes hertil, idet disse jo er i Stand til at udvikle Arbejde og navnlig i ældre Tid benyttedes meget dertil (Gangspil, Trædehjul, Hestegange o. s. v.).

En anden Gruppe af Maskiner er Arbejdsmaskinerne, der er Mellemleddet, Værktøjet, ved Hjælp af hvilket man faar udrettet det Arbejde, man ønsker. Dersom f. Eks. en Snedker anvender Dampkraft i sin Bedrift, er det jo ikke saaledes at forstaa, at Træet behandles i selve Dampmaskinen. Det maa saves i Stykker paa en Rundsav eller en Baandsav, det maa høvles af en Høvlemaskine o. s. v. Men naar Høvlen skal skrælle en Spaan af, møder den en Modstand, som der skal en Kraft til at overvinde, og jo længere Flade der skal afhøvles, desto længere Strækning maa Høvlen — altsaa ogsaa Kraften — gennemløbe. Den udfører derved et vist Arbejde, som siges at være forbrugt af Arbejdsmaskinen.

Hele det Arbejde, som forbruges af alle Arbejdsmaskinerne i en saadan Virksomhed, maa Kraftmaskinen udvikle i Løbet af samme Tid, og saa endda noget mere, fordi der altid tabes en Del Arbejde ved Gnidningsmodstand og andre skadelige Modstande dels i Maskinerne selv, dels i Aksellejer, Remtræk, Tandhjul eller hvilke Mellemled der nu ellers anvendes for at faa Arbejdet overført fra Kraftmaskine til Arbejdsmaskiner. Som almindelig Regel gælder det altsaa, at der skal være Ligevægt mellem Kraftmaskinens Arbejdsudvikling paa den ene Side og Arbejdsmaskinernes og Overføringsmidlernes Arbejdsforbrug paa den anden Side. Er Arbejdsudviklingen stadig for stor, løber Maskinerne løbsk; er den stadig for lille, gaar de i Staa. Hvorledes dette Forhold reguleres, vil senere blive omtalt.

Kapitel 12.
Dampens Virkemaade.

Dampdiagrammet. I Dampkedlen overføres en Del af den Varme, der udvikles ved Brændslets Forbrænding, til Kedelvandet, som derved efterhaanden omdannes til Damp med en vis Spænding. Brændslets Indhold af kemisk Energi er altsaa blevet omformet til Spændingsenergi i Dampen, og det er den, det nu gælder om at omsætte til Arbejde i Dampmaskinen.

Til Forstaaelse af det, der foregaar inde i en Dampmaskine,

naar den er i Gang, har man et udmærket Hjælpemiddel i det saakaldte Dampdiagram, en lukket Kurve, som viser, hvorledes Trykket inde i Cylindren forandrer sig, medens Stemplet gennemløber et Slag frem og tilbage. Et saadant Diagram kan man faa optegnet af et Instrument, som kaldes en Indikator.

Indikatoren er opfundet af *Watt* og af ham benyttet i den i Fig. 79 skitserede Form. Den bestaar af en Cylinder *A*, hvori et Stempel passer damptæt. Indikatorcylindren er med sin ene Ende fastskruet til en Studs *B* paa Dampmaskinens Cylinder med en Hane *C* som Mellemled. Hanetolden har en lige Gennemboring, og gennem Studsen fører en Kanal ind i Dampcylindren. Ved passende Indstilling af Hanen kan man altsaa enten afspærre de to Cylindre fra hinanden eller sætte dem i Forbindelse med hinanden, saaledes at der kommer samme Damptryk paa Undersiden af Indikatorstemplet som i den paagældende Ende af Dampcylindren. Naar Indikatorhanen er lukket, vil Indikatorens nederste Ende gennem en Vinkelboring i Hanetolden og et lille Hul i Hanehuset (ses i Fig. 81) komme i Forbindelse med den ydre Luft, medens den øverste Ende af Indikatorcylindren altid er i Forbindelse med den ydre Luft gennem nogle Huller i Cylindervæggen.

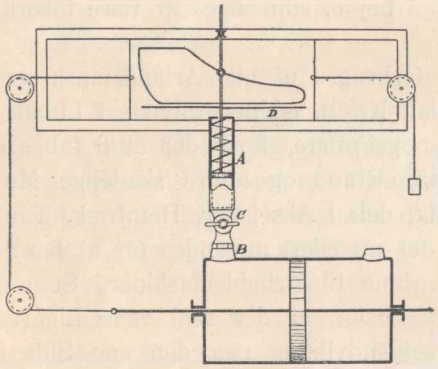


Fig. 79.

Naar Indikatorhanen er lukket, vil der altsaa være samme Tryk, nemlig Atmosfærens Tryk, paa begge Sider af Indikatorstemplet, og den skruevundne Fjeder, som er indskudt mellem Stemplet og Cylindrens Laag, vil være helt uden Spænding. Stemplet staar da paa et ganske bestemt Sted i Cylindren, og den Skrivestift, som er anbragt paa den forlængede Indikatorstempelstang, vil ogsaa staa i en bestemt Højde. Føres der nu forbi Skrivestiften et Stykke Papir anbragt paa et Brædt, der trækkes frem og tilbage i en Ramme i Takt med Dampmaskinens

Stempel, saa vil Stiften skrive en ret Linje *D* paa Papiret. Denne Linje kaldes den atmosfæriske Linje.

Aabnes Indikatorhanen, medens Maskinen er i Gang, vil det skiftende Tryk paa Undersiden af Indikatorstemplet faa dette til at bevæge sig op og ned, idet Fjedren til enhver Tid vil være sammentrykket (eller strakt) saa meget, at Spændingen i den holder Ligevægt mod Overtrykket (eller Undertrykket) paa Stemplets Underside. Skrivestiften vil udføre den samme Bevægelse op og ned, og føres nu Papiret forbi i vandret Retning og i Takt med Dampmaskinens Stempel, vil der blive tegnet en Figur derpaa. Det er Dampdiagrammet for den paagældende Cylinderende.

Af dette Diagram kan man da se, hvor stort Trykket har været i denne Cylinderende ved en hvilkensomhelst Stempelstilling, naar blot man kender Fjedrens Maalestok, hvorved forstaas det Antal Millimeter, som Skrivestiften løfter sig, naar Trykket paa Stemplet forøges med 1 Atmosfære.

Udmaales Ordinaten til et Punkt af Diagrammet ud fra den atmosfæriske Linje, faas Overtrykket. Det absolute Tryk kan da faas ved hertil at lægge Luftens Tryk. Man kan ogsaa paa selve Diagrammet indtegne en Linje parallel med den atmosfæriske og i en Afstand under den lig med Luftens Tryk, afsat efter Fjedrens Maalestok. Denne Linje kaldes den absolute Nullinje, og naar Ordinaterne udmaales herfra, faas straks det absolute Tryk.

Glideren. Vi vil nu undersøge, hvorledes Dampdiagrammet kan faa den i Fig. 79 viste Form.

I Fig. 80 er vist skematisk en Dampcylinder med Stempel og Dampkanaler. Disse udmunder i Gliderkassen i en plansleben Flade *A*, som kaldes Cylinderspejlet. Mod dette ligger den ligeledes planslebne Glider *B* an med sit Gliderspejl; den har Form som en firkantet Kasse, der mangler det meste af den Sideflade, der vender ind mod Cylinderspejlet. Glideren bevæges frem og tilbage af en paa Hovedakslen anbragt Ekscentrik og styrer derved Dampens Bevægelse paa følgende Maade.

I Figuren er afmærket 6 forskellige Stempelstillinger 1 . . . 6. Naar Stemplet staar i Stillingen 1, er det paa Vej tilvenstre og

mangler kun et lille Stykke i at være i Dødpunktet. Glideren staar da saaledes, som Figuren viser, og bevæger sig tilhøjre. Den lukker da endnu paa det betragtede Tidspunkt for Dampporten tilvenstre, men i næste Øjeblik vil den lukke op, og Kedeldampen vil kunne strømme fra Gliderkassen gennem Dampkanalen ind i Cylindrens venstre Ende.

Naar Stemplet er kommet i Dødpunktstillingen 2, vender det om, og nu kan der efterhaanden strømme mere og mere Damp ind i Cylindrens venstre Ende, medens Trykket holder sig nogenlunde konstant, nemlig lidt lavere end Trykket i Gliderkassen (Trykforskellen medgaar til Overvindelse af Ledningsmodstand i Dampkanalen).

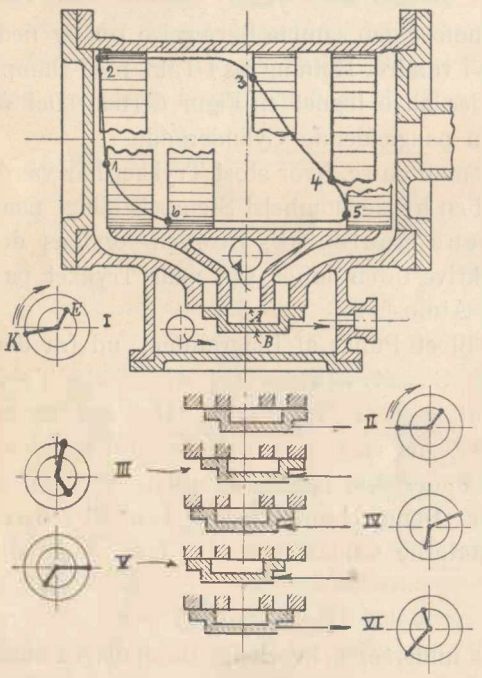


Fig. 80.

Imidlertid naar Glideren ud i sin Yderstilling tilhøjre; den vender om og bevæger sig nu tilvenstre. Den vil efterhaanden naa den i Figuren viste Stilling III (den samme som Stilling I, men med modsat Bevægelsesretning). Den lukker da paany for Indstrømning af Damp i venstre Cylinderende; den her indespærrede Damp vil nu blive nødt til under Stemplets fortsatte Bevægelse tilhøjre at fylde et stadig større og større Rum, d. v. s., den udvider sig (ekspanderer) og samtidig falder dens Tryk. Trykfaldet er allerede begyndt noget tidligere; thi Indstrømningsaabningen lukkes jo ikke pludselig, men gradvis, og jo mere den indsnævres, desto større bliver Modstanden mod Dampens Gennemgang, og desto større Del af Trykket i Gliderkassen vil der da ogsaa medgaa til at overvinde den.

Det fremgaar af det i Fig. 80 indtegnede Diagram, hvorledes Trykket falder, dels før Ekspansionen begynder i Stilling 3, dels under selve Ekspansionen, som vedvarer fra 3 til 4. Medens Stemplet bevæger sig fra 3 til 4, er Glideren naaet til den neden under indtegnede Stilling IV. I denne Stilling lukker den endnu for venstre Dampport, men i næste Øjeblik vil den lukke op, saaledes at Cylindrens venstre Ende nu gennem Dampkanalen kommer i Forbindelse med Gliderens indre Hulrum og derigennem atter med Spilddamprøret, som i det her foreliggende Tilfælde antages at føre Spilddampen ud i Luften. I 4 begynder altsaa Afstrømningen af den benyttede Damp fra venstre Cylinderende, og Trykket falder nu hurtigere end før, medens Stemplet gaar fra Stilling 4 til Dødpunktstillingen 5, og Glideren lukker mere og mere op. Saa vender Stemplet, og under Tilbageslaget jager det Resten af Dampen foran sig ud af Cylindren; Trykket falder yderligere, dog ikke mere, end at det stadig er noget højere end Atmosfærens Tryk paa Grund af Modstanden i Dampkanalen og Spilddamprøret. Afstrømningslinjen i Diagrammet ligger altsaa over den atmosfæriske Linje, naar Spilddampen blæses ud i Luften.

Afstrømningen vedvarer, indtil Glideren har været ude i sin Yderstilling tilvenstre og er naaet tilbage igen til det samme Sted, hvor den stod, da Stemplet var i Stilling 4, altsaa i den Stilling, som er tegnet forneden i Figuren ved VI. Saa lukkes der for Afstrømningen, og Kompressionen begynder, d. v. s., Stemplet staar i Stillingen 6, og naar det herfra bevæger sig videre til venstre, vil den i Cylindrens venstre Ende tilbageblevne Dampmængde sammentrykkes (komprimeres), og Trykket stiger, som Diagrammet viser, indtil Glideren ved Stempelstillingen 1 atter aabner for Dampkanalen, og Indstrømningen begynder paany.

En ganske lignende Virkning foregaar i Dampcylindrens højre Ende. Den styres af den samme Gliders anden Ende, hvoraf bl. a. følger, at naar der er Indstrømning i den ene Cylinderende, vil der være Afstrømning fra den anden.

Indikatoren. Det skal endnu med Hensyn til Indikatoren bemærkes, at den i Fig. 79 viste Form ikke er tilfredsstillende. Som Eksempel paa en nyere Form af Indikator kan nævnes

Schaeffer & Budenberg's, som er vist i Fig. 81 og 82. I Fig. 81 forneden ses Indikatorhanen, som skrues paa Dampcylindren; foroven tilvenstre ses en Tromle, hvorpaa der kan fastgøres et Stykke Papir. Omkring Tromlens nederste Ende er lagt en Snor, som kan forbindes med Maskinens Krydshoved, f. Eks. saaledes som Fig. 83 viser det. Naar Tromlen saaledes faar en svingende Bevægelse i Takt med Maskinens Stempel, kan den træde i Stedet for Rammen i Fig. 79. Skrivestiften er anbragt i den yderste Ende af en længere Stang (q i Fig. 82), som ved Hjælp af andre Stænger og et Kugleled p er forbundet saaledes med Indikatorens Stempelstang h, at Skrivestiften faar samme Bevægelse som Indikatorens Stempel d, men i større Maalestok (4 à 6 Gange saa lang Vandring).

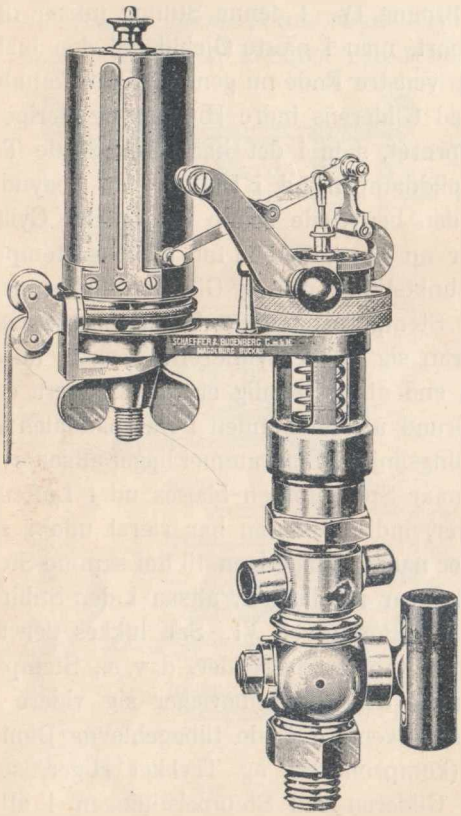


Fig. 81.

I Fig. 83 kan den samme Indikator sættes i Forbindelse snart med den ene og snart med den anden Cylinderende ved Hjælp af en Skiftehane, som ses under Indikatorhanen.

Maskinens Hestekraft. Af det, der nylig er blevet forklaret, fremgaar, at Damptrykket i hver af de to Cylinderender

stadig forandrer sin Størrelse, saaledes som Diagrammet i Fig. 80 viser det. Men naar der ikke er samme Tryk paa begge Sider af Stemplet, vil dette være tilbøjeligt til at bevæge sig i den Retning, det største Tryk har. Gaar Stemplet fra venstre til højre (Fig. 84), kaldes Trykket paa dets venstre Side Drivtrykket, medens Trykket paa dets højre Side kaldes Modtrykket. Forskellen mellem disse to Tryk kaldes Differenstrykket, og saa længe der er Indstrømning eller Ekspansion paa venstre Side, samtidig med at der er Afstrømning paa højre Side, saa vil Drivtrykket være større end Modtrykket, og Differenstrykket vil altsaa være rettet fra venstre mod højre, d. v. s. fremme Bevægelsen. Henimod Slutningen af Stempelslaget aftager Drivtrykket stærkt, samtidig med at Modtrykket vokser, naar Kompressionen først er begyndt i den højre Cylinderende. Der plejer da at være en

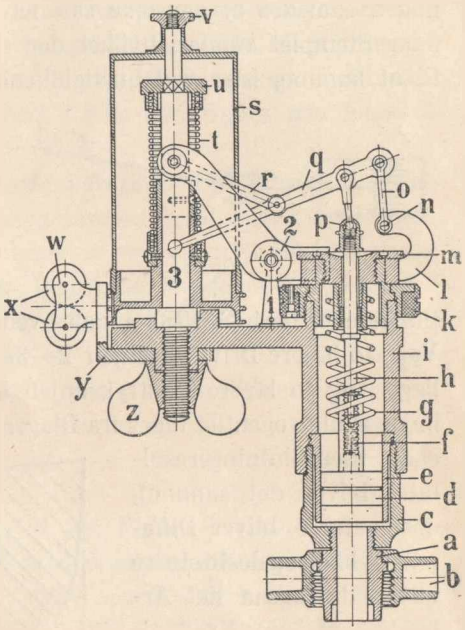


Fig. 82.

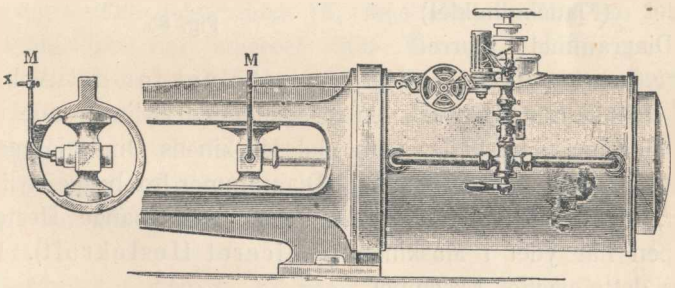


Fig. 83.

lille Periode, hvor Differenstrykket virker imod Bevægelsen, men det formaar dog ikke at standse denne, naar Maskinen og navnlig Svinghjulet først har faaet Fart. Det bremser blot Bevægelsen noget, saaledes at der ikke saa let kommer Stød i Maskineriet, naar Stemplet vender, hvilket der ellers vilde være Tilbøjelighed til at komme, især ved hurtigløbende Maskiner.

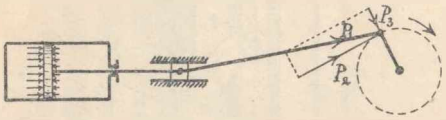


Fig. 84.

Naar Stemplet bevæger sig et Stykke under Paavirkning af Differenstrykket, udfører denne Kraft et Arbejde, som i Henhold til det, der tidligere er lært (S. 128), maales ved Kraften × den gennemløbne Vej. Jo højere Drivtrykslinjen 2—3—4—5 i Diagrammet (Fig. 80) ligger, og jo lavere Modtrykslinjen 5—6—1—2 ligger (Modtrykslinjen skulde egentlig tages fra Diagrammet fra den anden Cylinderende, men Slutningsresultatet bliver det samme), desto større bliver Differenstrykket, og desto større bliver da ogsaa det Arbejde, som denne Kraft udfører. Men ser vi paa Diagrammet og tænker os Drivtrykslinjen rykket opefter, Modtrykslinjen nedefter, saa bliver ogsaa Arealet (Fladeindholdet) af Diagrammet større. Diagrammets Areal er ligefrem et Maal for det Arbejde, som Dampen udfører i den paagældende Cylinderende under en Omdrejning, og tæller man blot Maskinens Omdrejninger pr. Minut, samtidig med at der tages Diagrammer fra begge Cylinderender, vil man heraf kunne udregne, hvor mange Hestekraft Dampen har ydet i Maskinen (indiceret Hestekraft). Vi vil prøve dette paa et Eksempel.

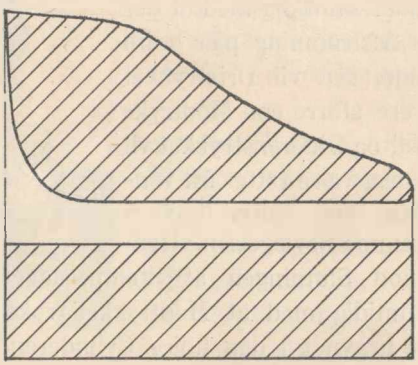


Fig. 85.

I Fig. 85 ses foroven en Gengivelse i sand Størrelse af et

Diagram fra den ene Ende af en Dampmaskine, hvis Cylinder har en indvendig Diameter af 300 mm, og hvis Stempel har en Slaglængde (d. v. s. Vandringen fra det ene Dødpunkt til det andet) paa 490 mm. Diagrammet fra den anden Cylinderende har samme Størrelse, og Omdrejningstallet er, mens Diagrammerne blev taget, maalt til 150 pr. Minut. Hvor mange indicerede Hestekraft har Maskinen ydet? Dette kan findes paa følgende Maade.

I samme Figur er der forneden tegnet et Rektangel (en Firkant med rette Vinkler), der har samme Areal som Diagrammet. Højden af dette Rektangel udmaales paa Figuren til 15 mm, og dette er altsaa det virkelige Diagrams Middelhøjde. Men den Indikatorfjeder, som blev benyttet, da Diagrammet blev taget, havde en saadan Stivhed, at der til 1 Atmosfæres Overtryk i Cylindren svarer en Løftning paa 5 mm af Skrivestiften. De 15 mm, som Diagrammets Middelhøjde beløber sig til, svarer altsaa til $15 : 5 = 3$ Atmosfærers Tryk, d. v. s., Maskinens Stempel har i Gennemsnit været paavirket af et Differenstryk af 3 kg paa hver Kvadratcentimeter (cm^2) af den Flade, Trykket virker paa. Denne Flade er en Cirkelflade med Diameter 300 mm eller 30 cm, og denne Flades Areal er $^{22}/_{7} \cdot 15 \cdot 15 = 707$ cm^2. Hele Differenstrykket bliver da gennemsnitlig $3 \cdot 707 = 2121$ kg. Under et Slag gennemløber Stemplet Vejlængden 490 mm eller 0,49 m, og Dampen udfører altsaa pr. Slag et Arbejde paa $2121 \cdot 0{,}49 = 1040$ kgm. Men naar Maskinen løber 150 Omdr. pr. Minut, bliver det 300 Slag pr. Minut eller 5 Slag pr. Sekund. I Løbet af 1 sek udfører Dampen altsaa et Arbejde paa $5 \cdot 1040 = 5200$ kgm, og naar dette Tal deles med 75, faas Hestekraften (se S. 128), altsaa Maskinen har indiceret $5200 : 75 =$ ca. 70 HK.

Af Maskinens indicerede Arbejdsydelse medgaar en Del til at overvinde de skadelige Modstande i Maskinen selv, f. Eks. Gnidningsmodstand ved Stempel og Glidere, i Lejer og Pakdaaser m. m. Resten, som er tilovers til Udførelse af nyttigt Arbejde, er det, der kaldes Maskinens effektive Hestekraft.

Dobbelte Glidere. Vil man opnaa en rolig Gang af Maskinen og en økonomisk Udnyttelse af Dampen, maa de Stempel-

stillinger 1, 4 og 6, ved hvilke Indstrømning, Afstrømning og Kompression begynder, ligge omtrent, som vist i Fig. 80. Det gælder altsaa om at faa Maskinen selv til at give Glideren en saadan Bevægelse frem og tilbage, at den aabner for Indstrømning i rette Tid, og at den ligeledes aabner og lukker for Afstrømning i rette Tid (naar Afstrømningen slutter, begynder Kompressionen). Det kan opnaas ved at trække Glideren fra en Ekscentrik, der anbringes paa Hovedakslen. Dens Indretning vil senere blive beskrevet (S. 151); den frem- og tilbagegaaende Bevægelse af Glideren, som den fremkalder, er ganske den samme, som om Glideren gennem en Stang *CB* havde været forbundet med en paa Akslen *A* fastgjort Krumtap *B*, saaledes som det er antydet skematisk i Fig. 86.

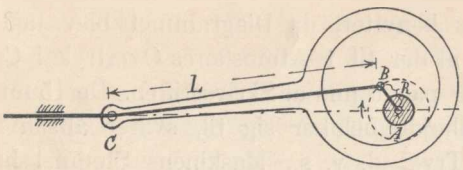


Fig 86.

I Fig. 80 er vist 6 sammenhørende Stillinger af Hovedkrumtappen *K* og Gliderens Krumtap *E*. Akslen drejer sig i Pilens Retning. I Stillingen I er Glideren altsaa paa Vej tilhøjre; den skal netop til at lukke op for Indstrømning af Damp gennem Dampporten tilvenstre. Hovedkrumtappen (og altsaa ogsaa Stemplet) staar omtrent i Dødpunktet tilvenstre. Glideren staar ikke i sin Midtstilling, men et Stykke længere fremme, og Vinklen mellem de to Krumtaparme er derfor heller ikke ret (90 °), men noget større. For Gliderstillingerne II—VI kan de tilsvarende Stillinger af Hovedkrumtappen og af Gliderens Krumtap ses af de 5 andre Smaafigurer i Fig. 80. Foroven i samme Figur ses, at naar Glideren lukker for Indstrømningen i Stilling 3, har Stemplet gennemløbet ca. 60 % af hele Slaglængden, og saa stor en Brøkdel af Cylindrens Rumfang er altsaa bleven fyldt med Damp af omtrent samme Tryk som det, der er i Kedlen. Man siger da, at Maskinen arbejder med ca. 60 % Fyldning. Det vil indses, at naar Indstrømningstrykket og Afstrømningstrykket ikke forandres, vil en større Fyldning give et større Areal af Diagrammet, hvilket betyder, at der udføres mere Arbejde

(Maskinen bruger samtidig mere Damp). Ved at forandre en Dampmaskines Fyldning kan man altsaa afpasse dens Arbejdsudvikling efter Arbejdsforbruget.

Skal Maskinens Fyldning forandres, kræver det en Forandring i Gliderens Bevægelse; men derved forandres samtidig Indstrømningens, Afstrømningens og Kompressionens Begyndelse, og det tør kun ske i ringe Grad, hvis ikke Maskinens Gang og Dampforbrug skal blive uheldig paavirket deraf. Det viser sig især vanskeligt at komme ned til smaa Fyldninger, men saadanne foretrækker man netop at arbejde med, fordi det viser sig mere

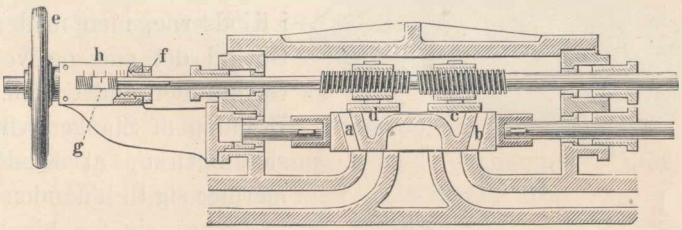


Fig. 87.

økonomisk (dampbesparende) at arbejde med en lille Fyldning i en Cylinder med stor Diameter (Tværmaal) end med stor Fyldning i en Cylinder med lille Diameter og samme Slaglængde og Omdrejningstal.

Ved saadanne Dampmaskiner, hvor det er af Betydning, at Dampforbruget ikke bliver for stort, erstatter man derfor i Reglen den ovenfor behandlede enkelte Glider, som forøvrigt ogsaa kaldes en Skuffeglider eller Kasseglider, med en dobbelt Glider, f. Eks. med den i Fig. 87 viste *Meyer*'s Glider. Denne bestaar af en Hovedglider (eller Fordelingsglider), som ligger an mod Cylinderspejlet, og som ligner en Kasseglider, der er forlænget, saaledes at der ved hver Ende bliver en gennemgaaende Kanal (*a* og *b* i Figuren). Paa Ryggen af Hovedglideren, som ogsaa er plant afrettet, kan Ekspansionsglideren, som bestaar af de to Klodser *c* og *d*, vandre frem og tilbage. Hver af de to Glidere trækkes af sin Ekscentrik (se Fig. 78).

Her arbejder nu Hovedglideren, ganske som før forklaret for den enkelte Gliders Vedkommende. Naar den aabner for Ind-

strømning i venstre Cylinderende, strømmer Dampen fra Gliderkassen gennem Kanalen *a* og videre gennem Dampporten i Cylinderspejlet. Men inden Hovedglideren naar at faa lukket Dampporten igen, har Ekspansionsgliderens Klods *d* lukket Kanalen *a*, og saa hører Indstrømningen i venstre Cylinderende op, altsaa Ekspansionen begynder. Vil man have en anden Fyldning, drejer man Gliderstangen ved Hjælp af Haandhjulet *e*. Stangen er skrueskaaret paa de Steder, hvor den har fat i Klodserne, men med højre Gevind det ene og venstre Gevind det andet Sted. En Drejning af Stangen vil altsaa bevirke, at Klodserne nærmer sig til hinanden eller fjerner sig fra hinanden, eftersom der drejes den ene eller den anden Vej rundt. Men nærmes Klodserne til hinanden, vil de lukke senere af for Dampens Indstrømning; Maskinen faar altsaa større Fyldning og udvikler mere Arbejde; omvendt, hvis Klodserne fjernes fra hinanden.

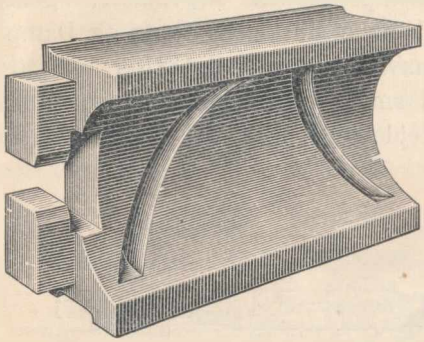


Fig. 88.

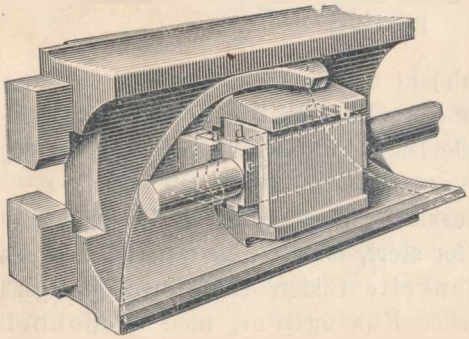


Fig. 89.

Ved Hjælp af Meyers Glider kan Maskinens Fyldning uden Vanskelighed varieres lige fra 0 og op til f. Eks. 70 %, men hertil kræves da ogsaa et større Antal Omdrejninger af Gliderstangen. Omstillingen maa derfor besørges af Maskinpasseren ved Hjælp af det før omtalte Haandhjul. Bedre vilde det selvfølgelig være, om man kunde faa Maskinen selv til at forandre sin Fyldning, naar det tiltrængtes, og det kan ogsaa opnaas ved Hjælp af en Regulator, hvis Virkemaade senere (S. 154) vil blive om-

talt. Der maa da anvendes en lidt anden Form af dobbelt Glider, f. Eks. *Rider*'s Glider.

Denne kan være indrettet, som vist i Fig. 88 og 89. Fig. 88 viser Hovedglideren alene. Den Side af den, der vender bort fra os i Figuren, skal ligge an mod Cylinderspejlet, og den har ganske samme Udseende som ved Meyers Glider. Men de to Kanaler, som i Fig. 87 er mærket med *a* og *b*, er ved Riders Glider vredet paa Vejen gennem Hovedglideren, saaledes at de paa dennes krumme Bagside, som vender frem imod os i Fig. 88, viser sig som to skraatliggende Porte. Ekspansionsglideren bestaar af en enkelt Plade, hvis Kanter er tilsvarende skraat afskaarne. Den ligger i Fig. 89 saaledes, at den dækker begge de skraa Porte; men naar den bevæger sig frem og tilbage i Stangens Retning, vil den lukke op og i snart for den ene og snart før den anden af dem. At den lukker op, betyder dog ikke noget, thi paa det Tidspunkt vil Dampporten i Cylinderspejlet altid være lukket af Hovedglideren, og først naar denne lukker op, vil Indstrømningen i den paagældende Cylinderende begynde. Derimod vil det stadig være Ekspansionsgliderens Lukning af den skraa Port, der afbryder Indstrømningen og altsaa bestemmer Fyldningens Størrelse. Men drejes nu Ekspansionsgliderens Stang lidt (og dette kan under Maskinens Gang besørges af Regulatoren), saa vil Pladen ogsaa drejes, og Lukningen af de skraa Porte vil da falde enten tidligere eller senere end før, eftersom Drejningen er foretaget til den ene eller til den anden Side. Fyldningen bliver altsaa enten mindre eller større.

Ventilstyring. Dampens Bevægelse ind i og ud af Cylindren kan ogsaa styres ved Hjælp af Ventiler i Stedet for Glidere (Fig. 90). Det anvendes især, naar Maskinen arbejder med overhedet Damp. Ved Gliderstyring er det nemlig nødvendigt for at skaffe Tæthed mellem de glidende Flader, at disse trykkes ret kraftigt mod hinanden, hvilket i Reglen sker paa den Maade, at Damptrykket ganske naturlig bliver større paa Gliderens Bagside end paa dens Forside. Men der opstaar da ogsaa mellem de paagældende Flader en betydelig Gnidningsmodstand og et ikke ringe Slid, som søges formindsket ved Smøring. Smøreoljen til-

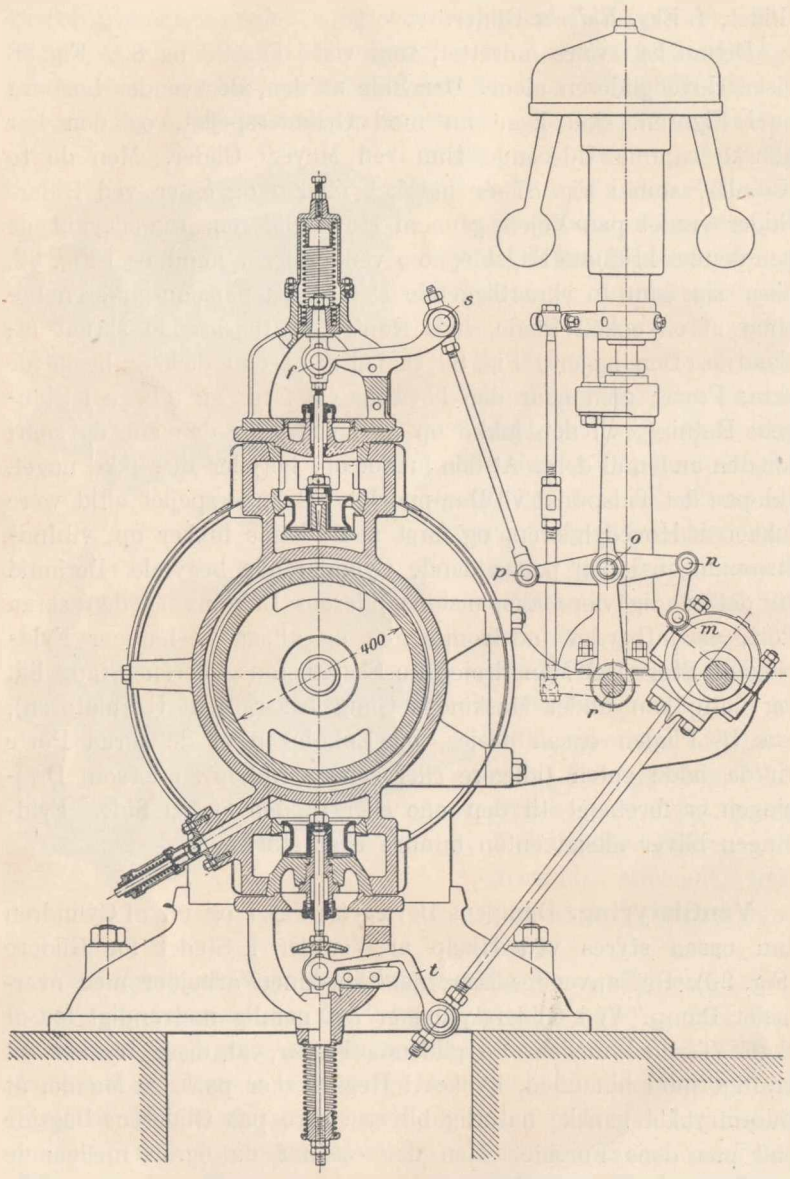


Fig 90.

føres i Reglen paa den Maade, at man f. Eks. ved Hjælp af et Mollerup's Smøreapparat (vil senere blive nærmere omtalt) trykker Olje ind i Damprøret; Dampen river saa Oljen med sig og fører den frem baade til Gliderne og til Cylindren. Naar Maskinen arbejder med mættet Damp, som altid indeholder lidt Vandstænk i sig, vil denne Fugtighed bidrage til, at Oljen bedre hefter sig ved de glidende Flader, som Dampen bestryger. Arbejdes der derimod med overhedet Damp, vil ikke alene denne Fugtighed mangle, men Temperaturen af Dampen og altsaa ogsaa af de glidende Dele bliver betydelig højere, hvilket yderligere vanskeliggør Smøringen.

Ved Ventilstyring findes der i Reglen ved hver Cylinderende to Ventiler, nemlig en Indstrømningsventil foroven og en Afstrømningsventil forneden. Naar disse Ventiler er lukkede, slutter de tæt til afrettede Sæder, og naar de aabnes, løftes de fra Sæderne, uden at der foregaar nogen Glidning. Her er derfor ingen Brug for Smøring, og Anvendelsen af overhedet Damp volder ingen Vanskelighed paa dette Punkt.

Ventilernes Bevægelse foregaar i Reglen ved Hjælp af Ekscentriker, der sidder paa en Styreaksel, som ligger langs med Cylindren og trækkes fra Hovedakslen gennem et Par Tandhjul (ses i Fig. 103). Ekscentrikstængerne har fat i Ventilerne med andre Stænger og Arme som Mellemled, men det kan forøvrigt indrettes paa mange forskellige Maader, som ikke skal omtales nærmere her.

Dampforbruget. Tænker vi paa en Dampmaskine, som stadig arbejder med det samme Indstrømningstryk, og hvis Fyldning af Regulatoren afpasses efter Maskinens Belastning, saa er det indlysende, at jo større Fyldning Maskinen arbejder med, desto større Vægtmængde Damp bruger den pr. Omdrejning alene for at faa det Rum fyldt, som Stemplet har gennemløbet, inden der af Glideren lukkes af for Damptilførslen. Denne Del af Dampforbruget kaldes Maskinens nyttige Dampforbrug, men ved Siden heraf maa der paaregnes et betydeligt Dampforbrug til Dækning af Tab paa Grund af Afkøling og Utætheder. Disse sidste optræder navnlig ved Stemplet, ved

Gliderne og ved Pakdaaserne, men ved vel vedligeholdte Maskiner skulde de ikke give noget særlig stort Tab. Afkølingstabet kan derimod let blive stort som Følge af de Temperaturforandringer, der foregaar inde i Cylindren i Løbet af en Omdrejning.

Allerede under Indstrømningen i Cylindren vil Dampen ved Berøring med de koldere Vægge i Dampkanal og Cylinder afgive Varme til disse. Følgen heraf vil blive, naar der arbejdes med mættet Damp, at en Del af denne fortættes, og denne Afgivelse af Varme til Cylindervæggen med tilhørende Fortætning vil i Reglen fortsættes et Stykke hen i Ekspansionsperioden. Der kommer saa et Tidspunkt, hvor Dampen og Væggenes inderste Flade har faaet samme Temperatur, dels fordi Væggene er blevet opvarmet, dels fordi Dampens Temperatur er aftaget, efterhaanden som Trykket er faldet. I det Øjeblik ophører Varmeudvekslingen, men under den sidste Del af Ekspansionsperioden og hele Afstrømningsperioden fortsættes den i modsat Retning af før, idet Væggene nu afgiver Varme til den koldere Damp, samtidig med at de selv afkøles. Under Kompressionen stiger Dampens Tryk og altsaa ogsaa dens Temperatur igen, men Væggene naar dog ikke at faa synderlig Del i denne Opvarmning, før Indstrømningen paany begynder.

Den Dampmængde, som fortættes til Vand i Cylindren, mister derved den Spænding, som den var kommen i Besiddelse af i Kedlen; den er da ikke længere i Stand til at udføre noget Arbejde, men maa betragtes som tabt. Dette Damptab kan formindskes ved at omgive Cylindren med en Damptrøje, d. v. s. et Hulrum, hvortil der stadig føres frisk Kedeldamp. Cylindervæggenes Temperatur falder da ikke saa stærkt under Afstrømningen, og Tabet ved Fortætning i Cylindren bliver følgelig mindre. Naturligvis bruges der til Gengæld nogen Damp i Trøjen, men Erfaringen viser, at der alligevel opnaas en Besparelse ved at bruge Damptrøje, naar Maskinen ikke er ganske lille, og naar den arbejder med mættet Damp. Varmetabet fra Maskinen til den omgivende Luft søger man iøvrigt at formindske ved at beklæde den med varmeisolerende Stoffer (se S. 10).

Arbejder Maskinen med overhedet Damp, stiller Forholdet sig anderledes. Naar den indstrømmende, overhedede Damp kom-

mer i Berøring med de koldere Cylindervægge, vil den afkøles, men Fortætning kan ikke finde Sted, før hele Overhedningen er gaaet tabt, altsaa Temperaturen faldet til den Mætningstemperatur, som svarer til Dampens Tryk; og det vil i Reglen først ske et Stykke hen i Ekspansionsperioden. At Dampen afkøles, betyder ganske vist ogsaa et Tab, men naar den blot ikke fortættes, har den dog stadig en Spænding, som kan udnyttes ved Stemplets Fremdrivning. Damptrøje er ikke til nogen Nytte, naar der bruges overhedet Damp.

Kapitel 13.
Maskinens enkelte Dele.

Cylindren. Denne er af Støbejern, glat afdrejet paa Indersiden og forsynet med 2 Endebunde, af hvilke den ene ofte er støbt i eet Stykke med Cylindren (Fig. 91), medens den anden maa

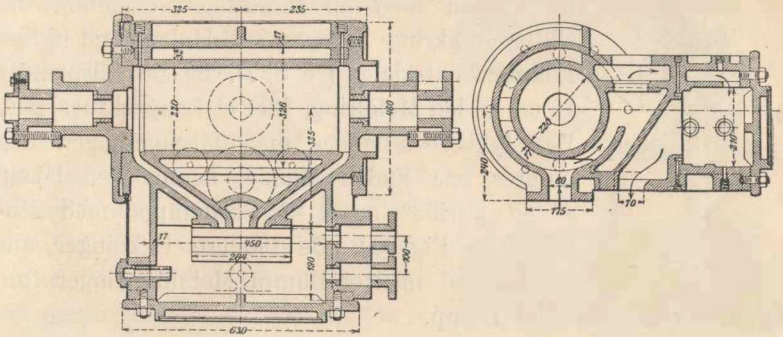


Fig. 91.

kunne fjernes, for at Stemplet kan komme paa Plads. Cylindervæggen er ofte dobbelt, saaledes at der mellem de to Vægge fremkommer et Hulrum, der kan benyttes som Damptrøje. De to Vægge kan være støbt sammen i eet Stykke, men hyppigt er den inderste en løs Foring; den kan da støbes af en haardere og tættere Sort Støbejern og lettere fornyes, naar den er udslidt.

Cylindrens Længde maa afpasses saaledes, at der, naar Stemplet er i Dødpunktet, endnu er et Spillerum paa 5—8 mm mellem Stempel og Endebund, dels for at der ikke skal ske et

Sammenstød mellem disse Dele som Følge af uberegnelige Længdeforandringer ved Efterspænding eller Opvarmning, dels for at mulig tilstedeværende Fortætningsvand ikke saa let skal komme i Klemme, saa at Endebunden slaas ud. Naar saadant Vand samler sig under Maskinens Gang, høres der stærke Slag, og Vandet maa da snarest fjernes gennem Aftapningshanerne (Nr. 29 i Fig. 78).

Gliderkassen. Denne er ved mindre Maskiner oftest støbt i eet Stykke med Cylindren; ved større Maskiner er den boltet sammen med denne. Den lukkes med et fastboltet Dæksel paa en af Siderne, stort nok til at Gliderne kan komme paa Plads.

Pakdaaser. Paa de Steder, hvor Stempelstangen eller Gliderstængerne gaar gennem Bund eller Vægge, maa der skaffes Tæthed ved Hjælp af Pakdaaser (Stoppebøsser). Fig. 92 viser en saadan; den indeholder et Hulrum med en Bundring (af Metal), der slutter omkring Stangen. I Hulrummet fyldes Pakningsmaterialet (se S. 7), og det tilspændes af en anden Metalring, idet et Laag skrues paa. Ved tykkere Stænger maa Tilspændingen dog udføres paa anden Maade, nemlig ved Hjælp af en „Brille" og 2—4 Skruetappe med Møtriker (se Fig. 91). De blødere Pakninger anvendes ved mættet Damp, Metalpakninger fortrinsvis ved overhedet Damp.

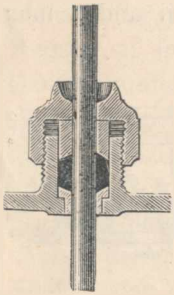


Fig. 92.

Stemplet. Forskellige Former af Stempler er vist i Fig. 78, 93, 94 og 95. Materialet er i Reglen Støbejern, sjældnere Staal, for selve Stempellegemets Vedkommende. Men dette passer ikke nøjagtigt i Cylindren; Tætheden mellem Stempel og Cylinder tilvejebringes ved Hjælp af fjedrende Stempelringe, og disse laves hyppigst af Støbejern, undertiden af Metal. I Fig. 78 og 93 er Ringene lagt ind i Riller, der er neddrejet i Stempellegemets krumme Overflade. De er selvspændende, hvilket opnaas paa den Maade, at de afdrejes udvendig til en Diameter, der er lidt større end Cylindrens; derefter opskæres de et

Sted, og der fjernes saa meget af Materialet, at Ringen kan klemmes tilstrækkelig sammen, til at den kan presses ind i Cylindren. Den vil saa have en Tilbøjelighed til at rette sig ud igen og derved stadig holde sig tæt imod Cylindervæggen. Ringenes Tykkelse maa ikke være større, end at de er elastiske nok til at kunne taale at smøges uden om Stempellegemet for at komme paa Plads i Rillerne.

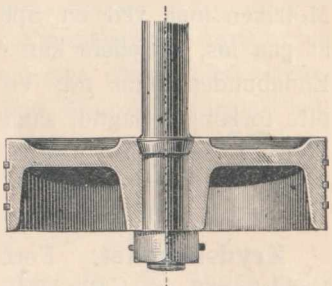


Fig. 93.

I Fig. 94 og 95 er der kun en enkelt Ring, som ogsaa er opskaaret. Den er imidlertid ikke selvspændende, men presses ud mod Cylindervæggen af 6 Fjedre. For at der ikke saa let skal slippe Damp igennem Opskæringen, er denne lukket af en Laas (Fig. 96), som er fastgjort til den ene Ende af Ringen, men kan glide frit ind i et Hak i den anden. Saadanne Laase er overflødige ved de først omtalte Stempler med et større Antal Ringe, thi naar man blot her sørger for, at Opskæringerne i de forskellige Ringe ikke ligger i Flugt, men er forsat saa meget som muligt for hinanden, saa vil det blive saa besværligt for Dampen at slippe igennem, at Utætheden bliver uden praktisk Betydning. Opskæringen lægges skraat, da der ellers let slides Ridser i Cylindren.

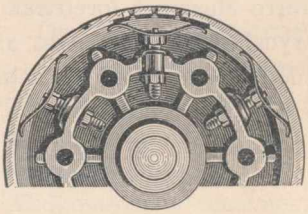


Fig. 94.

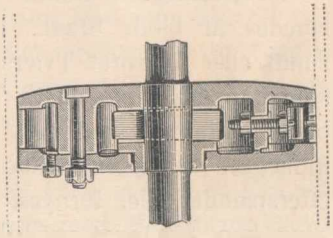


Fig. 95.

Fig. 96.

Stempelstangen. Denne fastgøres med sin ene Ende i Stemplet og med den anden Ende i Krydshovedet. I Fig. 95 er

Forbindelsen med Stemplet foretaget ved Hjælp af en Tværkile, men i Reglen benyttes en Møtrik (Fig. 78 og 93), som spænder Stemplet op mod et Bryst eller mod en Konus paa Stangen. Møtriken maa ved en Split eller paa anden Maade sikres mod at gaa løs, thi ellers kan den komme i Klemme og bevirke, at Endebunden slaas ud. Ved større Maskiner er Stempelstangen ofte forlænget bagud, saaledes at der bliver Pakdaase, og derved Styr for Stangen i begge Endebunde. Stangen laves af haardt Staal.

Krydshovedet. Forbindelsen mellem Stempelstang og Krydshoved ses i Fig. 78. Her er Stangen skruet ind i Krydshovedet, og en Kontramøtrik sikrer den mod at løsne sig. Ved større Maskiner foretrækker man at samle med Tværkile. Selve Krydshovedet kan laves af Støbejern helt igennem eller ogsaa af smedet Staal eller Staalstøbegods med løse Glidesko af Støbejern, fordi dette Metal slider bedre mod det støbte Styr. I Krydshovedet er fastgjort Krydshovedtappen (Nr. 38 i Fig. 78). Den er af haardt Staal.

Plejlstangen. Denne er betegnet ved 39 i Fig. 78. Den smedes af blødt Staal. Det midterste Stykke, Skaftet, har rundt eller firkantet Tværsnit; Enderne udsmedes til Hoveder, som kan gribe om de to Tappe, Krydshovedtappen ved den ene og Krumtappen ved den anden Ende. Mellem Stang og Tap indlægges der Broncepander (ofte foret med Hvidmetal), som kan efterspændes eller fornyes, naar Sliddet kræver det. Efterspænding kan foretages med Kiler eller Skruer, idet der dog ogsaa ofte benyttes Mellemlæg af tyndere eller tykkere Plade, som maa fjernes eller affiles, samtidig med at Panderne udskrabes, naar Hullet er slidt ovalt. I Fig. 76 er vist den Form af Hoved, som anvendes mest ved Stangens Krumtapende; den kaldes et Marinehoved.

Krumtappen. Krumtappinden (Vortetappen) laves af haardt Staal og har ved sin ene Ende en konisk Forlængelse, som passer ind i et tilsvarende Hul i Krumtaparmen (Nr. 36

i Fig. 78). Den befæstes heri ved Inddrivning eller ved Krympning, og Forbindelsen sikres ved Tværkile eller Møtrik. Krumtaparmen kan være af Støbejern, smedet Staal eller Staalstøbegods og fastgøres paa Enden af Hovedakslen ved Krympning.

I Stedet for Krumtaparm med Krumtappind kan ogsaa bruges en Krumtapbugt, som fremkommer, idet Akslen smedes ud i en Bugt, hvis midterste Del danner Tappen, hvorom Plejlstangshovedet griber (ses i Fig. 104). Paa hver Side af Bugten maa der være et Leje, og Stativet faar da ikke Bajonetform, men Gaffelform og kaldes derfor ogsaa en Gaffelramme.

Ekscentrikerne. En saadan bestaar for det første af en Skive, Ekscentrikskiven, som er afdrejet cirkulær paa Omkresen, men som fastkiles skævt paa Akslen, saaledes at den „slaar", naar Akslen drejer sig rundt. Omkring Skiven lægges Ekscentrikbøjlen, der bestaar af to Halvdele, som boltes sammen. Fra den ene af disse gaar en Stang, Ekscentrikstangen, hen til Gliderstangen, med hvilken den er forbundet ved Hjælp af en Tap. Som vist i Fig. 78, maa Forbindelsen blive lidt mere indviklet for Ekspansionsgliderstangens Vedkommende, naar denne skal kunne drejes om sin egen Akse, som f. Eks. ved Meyers og ved Riders Glidere. Ekscentrikskivens Centrum falder altsaa ikke sammen med Akslens. Afstanden mellem de to Centrer kaldes Ekscentriciteten; den skal være halv saa stor som den Vandring, Glideren skal have.

Lejerne. Det er tidligere omtalt (S. 126), at ved en Bajonetramme er Hovedlejet støbt i eet Stykke med Maskinens Stativ, og det samme er Tilfældet med Gaffelrammen, kun at der her, som ovenfor nævnt, er 2 Hovedlejer, et paa hver Side af Bugten. Disse Lejer er forøvrigt forsynet med Broncepander, ofte foret med Hvidmetal, og med et Dæksel, der boltes sammen med Underdelen.

Svinghjulet. Naar en Dampmaskine er i Gang, vil den udføre et Arbejde, som medgaar til at overvinde en vis Modstand, hvad enten denne nu skyldes Gnidningsmodstand, Luftmodstand

o. l., eller den tillige hidrører fra, at der udføres et nyttigt Arbejde. Dersom det Arbejde, der er blevet udviklet i et vist Tidsrum, er større end det, der er blevet forbrugt, vil Maskineriets Hastighed være større ved Tidsrummets Slutning end ved dets Begyndelse, og Arbejdsoverskudet kan siges at være opsamlet som Bevægelsesenergi i de hurtigere løbende Maskindele. Fortsættes paa denne Maade, vil Maskineriet løbe løbsk, d. v. s., Hastigheden vokser, indtil der sker et Brud et eller andet Sted.

Er derimod i et vist Tidsrum det udviklede Arbejde mindre end det forbrugte, vil Maskineriets Hastighed være mindre ved Tidsrummets Slutning end ved dets Begyndelse, idet Arbejdsunderskudet er blevet dækket ved Forbrug af noget af den Bevægelsesenergi, som de bevægede Dele i Forvejen indeholdt. Fortsættes paa denne Maade, vil Maskineriet tilsidst gaa i Staa.

I nogle Tilfælde kan Forholdene være saaledes, at Modstandene i Følge deres Natur vokser og aftager ret stærkt samtidig med Hastigheden (dette gælder f. Eks. Ledningsmodstanden i Rørene ved et Pumpeanlæg), og det er da muligt, at det ikke vil komme til nogen af de nævnte Yderligheder, men at der bliver Ligevægt mellem Arbejdsudvikling og Arbejdsforbrug ved Hastigheder, der ligger indenfor de Grænser, som i det givne Tilfælde maa anses for tilladelige. Men som oftest kan man ikke regne hermed, og Dampmaskinen maa da forsynes med en Regulator, som, saa snart Hastighedsvariationen overskrider en vis Grænse, griber regulerende ind i Arbejdsudviklingen f. Eks. ved at forandre Fyldningen.

Da der altid maa ske en Forandring i Hastigheden, inden Regulatoren træder i Virksomhed, og der derefter gaar nogen Tid, inden Omstillingen af de paagældende Styreorganer er udført, og Virkningen heraf viser sig, saa kan Regulatoren ikke forhindre, at der indenfor det dertil krævede Tidsrum sker Variationer i Hastigheden. Størrelsen af disse Variationer vil ikke alene afhænge af Forskellen mellem Arbejdsudvikling og Arbejdsforbrug, men ogsaa af Størrelsen af de bevægede Masser. Jo større og tungere disse er, desto mindre Hastighedsforandring vil et vist Arbejdsoverskud eller -underskud fremkalde.

Undertiden kan Maskineriets egne Masser være tilstrækkelige

til at hindre for store Hastighedsforandringer (f. Eks. naar Dampmaskinens Hovedaksel er fast sammenkoblet med en Dynamomaskines Aksel, hvorpaa der sidder et tungt Anker), men ofte er det nødvendigt at forøge dem ved Tilføjelse af et Svinghjul. Svinghjulets Opgave bliver da den at hindre for store Hastighedsvariationer indenfor det Tidsrum, som Regulatoren kræver til Regulering af Forholdet mellem udviklet Arbejde og forbrugt Arbejde. Ikke mindst under den enkelte Omdrejning bliver der god Brug for Svinghjulet. Som Diagrammet viser, forandrer Differenstrykket paa Stemplet sig meget gennem et Slag. Men dette Tryk overføres gennem Plejlstangen til Krumtappen, og hvor stor dets Tilbøjelighed til at dreje Akslen er, afhænger igen af, hvilken Vinkel Plejlstangen danner med Krumtaparmen. Naar disse staar vinkelret paa hinanden, er den omdrejende Tilbøjelighed størst; naar de staar i Forlængelse af hinanden er den 0, selv om Differenstrykket er nok saa stort. I mange Tilfælde er Arbejdsmaskineriet af en saadan Natur, at den Modstand, Akslen gør mod at blive drejet, er nogenlunde konstant. Men naar Maskinens Tilbøjelighed til at dreje den langt fra kan siges at være det samme, saa vilde der alene under en enkelt Omdrejning kunne komme for stor Uregelmæssighed i Hastigheden, hvis der ikke bødedes herpaa ved Hjælp af Svinghjulets tunge Masse.

Denne virker desto kraftigere, jo længere Afstand fra Omdrejningsaksen den befinder sig i. Derfor samles Svinghjulets Vægt saa meget som mulig i en massiv Krans med stor Radius. Til Akslen fastkiles Hjulet ved Hjælp af et svært Nav, som er forbundet med Kransen ved kraftige Arme. Svinghjulet laves af Støbejern. Dels fordi det let bliver et stort Stykke Gods, og dels for lettere at kunne anbringe det paa Akslen, støbes det ofte i to Halvdele, som samles ved Bolte eller Tværkiler. Svinghjulet benyttes i mange Tilfælde ogsaa som Remskive eller Tovskive.

Paa Svinghjulskransens yderste eller inderste krumme Overflade anbringes ved større Maskiner Tænder, der skal gøre Nytte, naar Maskinen skal drejes (tørnes) med Haandkraft, f. Eks. under Rengøring eller under den Opvarmning, der gaar forud for

Igangsætningen, eller for at faa Krumtappen til at staa i en for Igangsætningen gunstig Stilling. Paa Gulvet ved Siden af Svinghjulskransen fastboltes saa den øvrige Del af Tørneapparatet, som bestaar af en lang Stang, hvorpaa der kan virkes med Hænderne, og kortere Paler, som kan gribe ind i Tænderne paa Kransen.

Regulatoren. Fig. 97 viser en simpel *Watt*'s Regulator. Den bestaar af en lodret Aksel, som hviler i et Bundspor *E* forneden, og som foroven bærer et Tværstykke *A B*, hvortil 2 Arme er ophængt. Disse bærer hver en tung Kugle (Svingvægt), og hver af dem er ved en Skraastang i leddet Forbindelse med et Hylster *F*, som kan glide op og ned ad Akslen, saa langt som to Stoppere tillader det. Den lodrette Regulatoraksel trækkes rundt ved Snortræk, Remtræk, Tandhjul e. l. fra Maskinens Hovedaksel. Staar Maskinen stille, vil Vægten af Kugler, Stænger og Hylster bevirke, at Hylstret synker ned mod den nederste Stopper; det siges saa at staa i Bund.

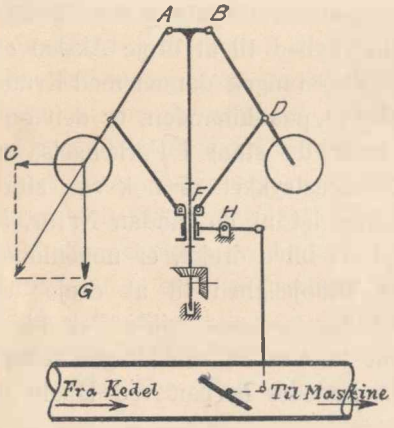


Fig. 97.

Naar Regulatoren løber rundt, vil Kuglerne slynges udefter. Man siger, at de er paavirket af en Centrifugalkraft (antyde ved Pilen *C* i Figuren) foruden af deres Vægt (*G*). Naar Maskinen — og altsaa ogsaa Regulatoren — løber hurtigere, bliver Centrifugalkraften større, og Kuglerne vil slaa længere ud. De vil altid indstille sig saaledes, at det samlede Træk (Resultanten) af *C* og *G* har Retning bagud efter det Punkt *A*, som Kugle-armen er ophængt i. Den Bevægelse ud og ind, som Kuglerne faar, naar Maskinens Hastighed svinger, vil bevirke, at Hylstret *F* kommer til at glide op og ned, og i Fig. 97 er nu tillige

vist, hvorledes denne Bevægelse gennem nogle Stænger kan overføres til et Spjæld (en Drøvlklap), som er anbragt i Hoveddamprøret. Man vil se, at naar Hylstret løfter sig, fordi Maskinen løber for hurtig, saa vil Spjældet drejes saaledes, at det lukker mere i for Dampens Gennemstrømning. En Del af Damptrykket medgaar da til at overvinde den forøgede Modstand mod Gennemstrømningen, og Dampen gaar altsaa ind i Maskinen med et lavere Tryk end før. Men saa kan Dampen heller ikke udføre saa stort et Arbejde som før. Maskinen vil derfor sagtne Farten noget, og det var netop det, der ønskedes. Omvendt gaar det, hvis Maskinen løber for langsomt.

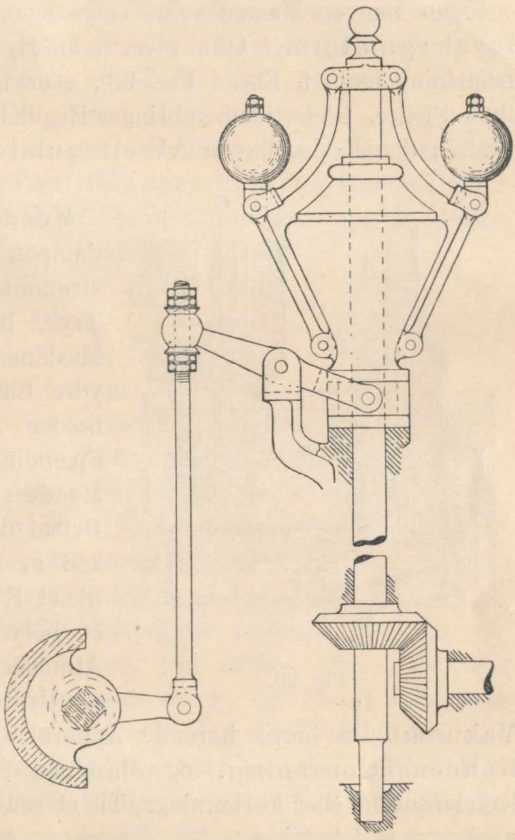


Fig. 98.

Regulatoren indstillede her paa Dampens Indstrømningstryk, men det er en uøkonomisk Maade at regulere paa, fordi en Del af Dampens Spænding stadig gaar til Spilde til Overvindelse af Modstanden ved Spjældet. Langt mere økonomisk er det at regulere paa Fyldningen i Cylindren, og dette kan Regulatoren let besørge, naar der anvendes f. Eks. en Riders Glider. Fig. 98 viser en *Proell*'s Regulator, hvis Hylster gennem to Stænger er forbundet med en Arm, som i den tykke Ende har et firkantet Hul, gen-

nem hvilket Ekspansionsgliderens Stang kan glide frem og tilbage. Forandrer Regulatoren sit Udslag, fordi Maskinen forandrer sin Fart, saa vil Gliderstangen og den derpaa fastsiddende trekantede Plade drejes, og dette betyder, som tidligere forklaret, en Forandring af Fyldningen.

Man har en Mængde forskellige Konstruktioner af Centrifugalregulatorer. Ofte giver man Hylstret en ekstra Vægtbelastning (som f. Eks. i Fig. 98), eller man indskyder en eller flere Fjedre. Undertiden anbringes Regulatoren paa selve Hovedakslen; den kaldes da en Akselregulator.

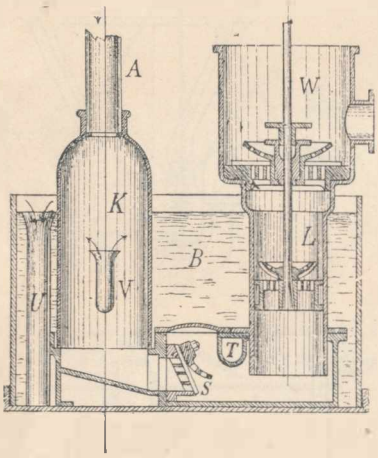


Fig. 99.

Kondensation. Naar Spilddampen fra Dampmaskinen strømmer ud i Luften, maa det Tryk, hvormed den forlader Maskinen, ligge højere end den ydre Lufts Tryk, og den indeholder altsaa endnu en Del Spændingsenergi, som paa denne Maade gaar tabt. En betydelig Del af dette Tab kan undgaas ved at lade Spilddampen gaa til et Rum, hvori der hersker et betydelig lavere Tryk end Atmosfærens, hvori der altsaa er Undertryk (ogsaa kaldet Vakuum). De hertil hørende Apparater kaldes tilsammen et Kondensationsanlæg, og Maskinen siges at arbejde med Kondensation eller Fortætning. Til et saadant Anlæg hører sædvanligvis i det mindste en Kondensator (Fortætter) og en Luftpumpe, men det kan ellers ordnes paa flere forskellige Maader. De hyppigst forekommende er Indsprøjtningskondensation og Overfladekondensation.

Indsprøjtningskondensator. En saadan er vist i Fig. 99, hvor selve Kondensatoren er betegnet med *K*. Til dette Rum føres Spilddampen igennem Røret *A*, og i samme Rum ind-

sprøjtes koldt Vand gennem Røret *V*, som foroven ender med en Bruse, gennem hvis Huller Kølevandet fordeles i en Mængde fine Straaler. Naar Spilddampen møder denne store afkølende Vandoverflade, maa den afgive en stor Del af sit Varmeindhold dertil, og som Følge heraf fortættes den selv til Vand. Dette Kondensat samler sig forneden i Kondensatorrummet sammen med det benyttede Kølevand og vilde snart fylde Rummet op, hvis det ikke stadig fjernedes ved Hjælp af Luftpumpen *L*. Denne har en udboret Cylinder, hvori et Stempel gaar op og ned. Stemplet er gennemhullet, men Hullerne kan paa Oversiden lukkes af en eller flere Ventilklapper (i Reglen Gummiklapper som vist i Fig. 100). Naar Stemplet trækkes opefter, lukker Stempelklapperne sig paa Grund af deres Vægt i Forbindelse med Vægten af det Vand, der ligger oven over Stemplet. Rummet under Stemplet bliver da større; følgelig maa Trykket i det aftage, der opstaar Undertryk, og naar Trykket er blevet lavere her end i Kondensatorrummet *K*, vil Fodventilen *S* (ogsaa en Gummiklap) aabne sig, og Vandet løber fra Kondensatoren ind i Luftpumpen. Naar dennes Stempel derefter trykkes nedad, vil Fodventilen *S* atter trykkes til, og en Del af det Vand, som staar i Luftpumpens nederste Del, maa nu strømme gennem Stemplet om paa dettes Overside. Naar Stemplet saa næste Gang gaar opad, og Stempelklapperne lukker sig, maa det oven over dem liggende Vand løftes med op i Kassen *W*, hvorfra det løber bort gennem et Rør. Foroven i Luftpumpens Cylinder sidder endnu et Sæt Ventilklapper, (Trykventilerne), som ganske vist ikke er absolut nødvendige, for at Pumpen kan arbejde, men som dog forbedrer Virkningen, saaledes at det bliver muligt at vedligeholde et endnu lavere Tryk i Kondensatoren end ellers.

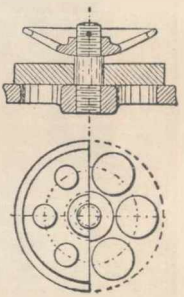


Fig. 100.

Benævnelsen Luftpumpe hidrører fra, at Pumpen ogsaa foruden Vandet maa fjerne den Luft fra Kondensatoren, som altid slipper ind dels gennem Utætheder ved Pakdaaser og Flangesamlinger, dels i betydelig Mængde med det indsprøjtede Køle-

vand. Dette tages i Fig. 99 fra en Kasse, Koldtvandskassen, som omgiver Kondensator og Luftpumpe helt, og det strømmer ind alene under Paavirkning af den ydre Lufts Tryk paa Vandets Overflade. Ofte udelades Koldtvandskassen, og Kølevandet tages fra en lavere liggende Beholder eller Brønd, som dog ikke bør ligge lavere, end at den ydre Lufts Tryk stadig er tilstrækkelig til, at det kan sprøjte Vandet ind i Kondensatoren med tilstrækkelig Kraft. Ved Hjælp af en Hane paa Tilførselsrøret reguleres Mængden af Kølevand.

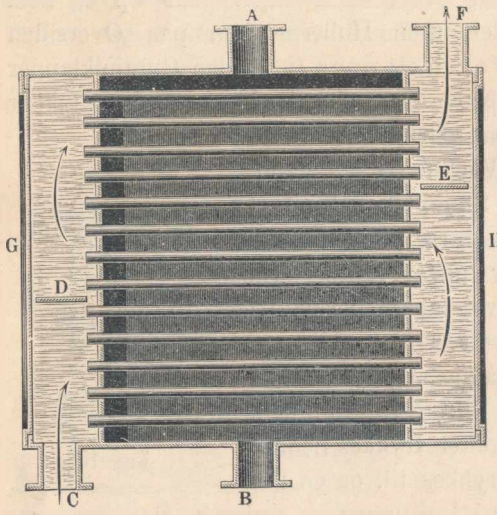


Fig. 101.

Overfladekondensator. Ved denne, der er vist i Fig. 101, er Kondensatorrummet (det helt sorte Midterparti i Figuren) gennemtrukket af et meget stort Antal snævre Rør, som ved Enderne er fastgjort i Rørplader. Udenfor disse er der ved begge Ender Vandkamre, der lukkes med Endebundene *G* og *H*. I Vandkamrene kan være anbragt Skillevægge (*D* og *E*), som tvinger det Kølevand, der føres ind ved *C*, til at gaa gennem Rørene, saaledes som Pilene viser, for endelig at forlade Kondensatoren ved *F*. Spilddampen tilføres Kondensatorrummet ved *A*, stryger uden om de kolde Rør, afgiver Varme til disse, fortættes til Vand og synker til Bunds, hvorefter det fjernes af en Luftpumpe, som har Tilslutning til Røret *B*.

Overfladekondensatoren laves hyppigst af Støbejern, dog saaledes at Rørene i Reglen er Messingrør, sjældnere forzinkede Staalrør. Rørenes indvendige Diameter ligger oftest mellem 15 og 40 mm; deres Antal kan let blive flere Hundrede og ofte flere Tusinde. Alle disse tynde Rør skal slutte vandtæt til Rør-

pladerne, for ellers vil Kølevandet gaa ind i Kondensatorrummet. Tæthed kan tilvejebringes ved indlagte Træringe, som dog er tilbøjelige til at falde ud, naar de tørrer ind, hvis Kondensatoren er ude af Brug i længere Tid ad Gangen, eller ved Gummiringe eller endnu bedre ved en særlig lille Pakdaase for hver enkelt Rørende. En saadan Overfladekondensator bliver naturligvis betydelig dyrere at fremstille end den langt simplere Indsprøjtningskondensator. Den maa dog foretrækkes i saadanne Tilfælde, hvor det er af Vigtighed ikke at faa Kondensatet blandet med Kølevandet. Det gælder særlig i Skibe, som benytter salt Vand til Kølevand, men som skal have fersk Vand, ja helst endog destilleret Vand til Fødevand for at undgaa Kedelsten. Naar Kondensatet ikke blandes med Kølevandet, har man jo netop her destilleret Vand, som altsaa egner sig godt til at blive sat paa Kedlen igen, idet det dog forinden i et dertil egnet Apparat maa renses for den Smøreolje, som det er blevet blandet med i Maskinen. Ogsaa ved mange store Landanlæg benyttes Overfladekondensation.

Til et Overfladekondensationsanlæg hører ogsaa en Cirkulationspumpe eller Kølevandspumpe, som kan sende Kølevandet igennem Kondensatorens Rørsystem. En Centrifugalpumpe, som giver en jævn Vandstrøm, egner sig bedst hertil.

Graderværker. Det er meget store Mængder Kølevand, der kræves til et Kondensationsanlæg, ca. 30 kg ved en Indsprøjtningskondensator og ca. 40—50 kg ved en Overfladekondensator for hvert Kilogram Damp, der skal fortættes. I saadanne Tilfælde, hvor der ikke er nem Adgang til Kølevand, kan der blive Tale om at anvende det brugte Vand paany, men det maa da først paa en eller anden Maade afsvales. Det kan f. Eks. ske ved at lade det løbe fra Luftpumpen eller Cirkulationspumpen ud i en Køledam med tilstrækkelig stor Overflade, men dette benyttes dog sjældnere, da saadanne Damme tager megen Plads op.

Mere benyttet er aabne Graderværker, som f. Eks. kan have den i Fig. 102 viste Form. Vandet, der skal afsvales, pumpes op i en Rende over Graderværket og risler herfra ned over

dette, som bestaar af Lægter, Risværk, Bølgeblik el. lign. anbragt paa en saadan Maade, at Vandet saa meget som mulig splittes til fine Straaler og Draaber, som kan frembyde en stor Overflade for Luften, der stryger paa tværs gennem Graderværket. En Del af Vandet dunster da bort, og den Varme, der medgaar hertil, tages fra Resten, som altsaa efterhaanden afkøles og falder ned i en Brønd under Graderværket, hvorfra det saa igen føres til Kondensatoren.

Der bruges ogsaa lukkede Graderværker, hvorigennem Vandet risler paa samme Maade som før, medens der sendes en

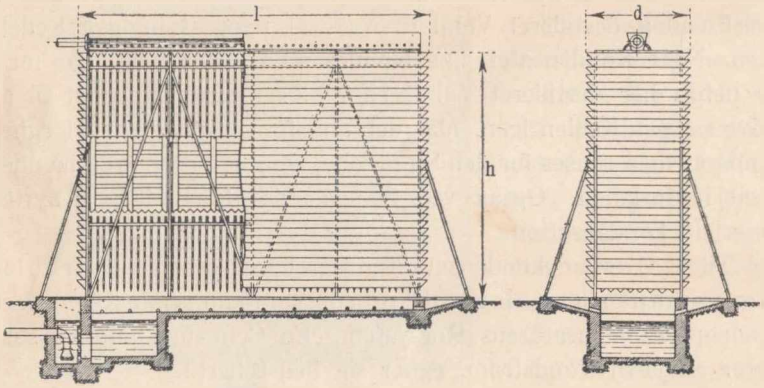


Fig. 102.

Luftstrøm den modsatte Vej enten ved Hjælp af en Ventilator, eller idet Lufttrækket fremkaldes ved naturligt Træk ligesom i en Skorsten. Saadanne Apparater kaldes ogsaa Køletaarne eller Kaminkølere.

Kapitel 14.

Forskellige Former af Dampmaskiner.

Den Dampmaskinetype, som er mere udførlig beskrevet i det foregaaende, er den liggende Maskine med 1 Cylinder, som anvendes mest ved mindre faststaaende Anlæg. Jo større

Anlægene bliver, desto mere tilbøjelig vil man være til at bruge højt Damptryk, thi jo højere Tryk Dampen har, desto mere Arbejde kan den udføre, og Brændselsforbruget under Dampkedlen er omtrent det samme, enten Trykket er højt eller lavt. Det er ogsaa ved større Anlæg, at man bliver mere tilbøjelig til at anvende Kondensation. Man udnytter da Dampens Spænding bedre, og Udgiften til det ret kostbare Kondensationsanlæg spiller ikke den samme Rolle, naar Maskinen er stor, som naar den er lille.

Men jo højere Indstrømningstryk og jo lavere Afstrømnings-

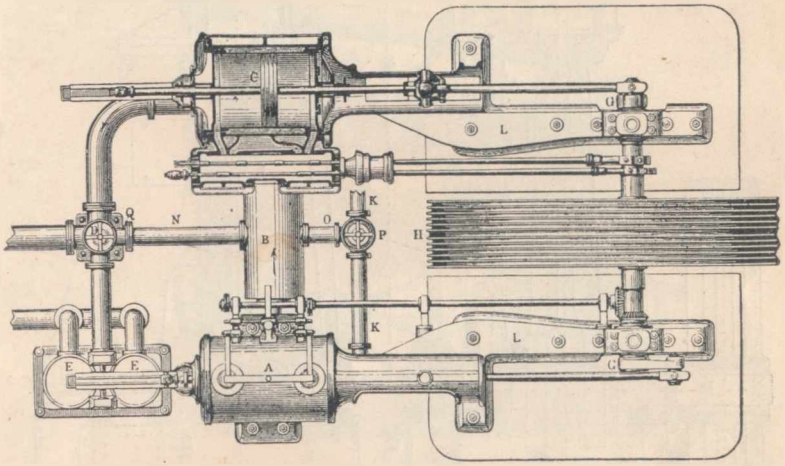


Fig. 103.

tryk Maskinen arbejder med, desto større bliver jo de Temperaturvariationer inde i Cylindren, som blev udførlig omtalt S. 146, og som giver Anledning til det store Tab af Damp ved Fortætning paa de kolde Vægge, naar der arbejdes med mættet Damp. Det har vist sig, at dette Tab kan formindskes, naar man lader Dampens Ekspansion foregaa i flere Cylindre efter hinanden, og derved er man kommen ind paa at bygge Flergangsmaskiner. En Togangsmaskine f. Eks. har 2 Cylindre. Dampen ledes først til den ene af disse, Højtrykcylindren, og ekspanderer her til et Tryk af et Par Atmosfærer; men herfra strømmer den saa ikke hverken til Luften eller til Kondensatoren, men til en Mellembeholder, Receiveren, hvorfra den gaar

videre til den anden Cylinder, Lavtrykcylindren. Her ekspanderer den videre for endelig at gaa til Luften eller til Kondensatoren som Spilddamp.

En Togangsmaskines to Cylindre kan enten ligge i Forlæn-

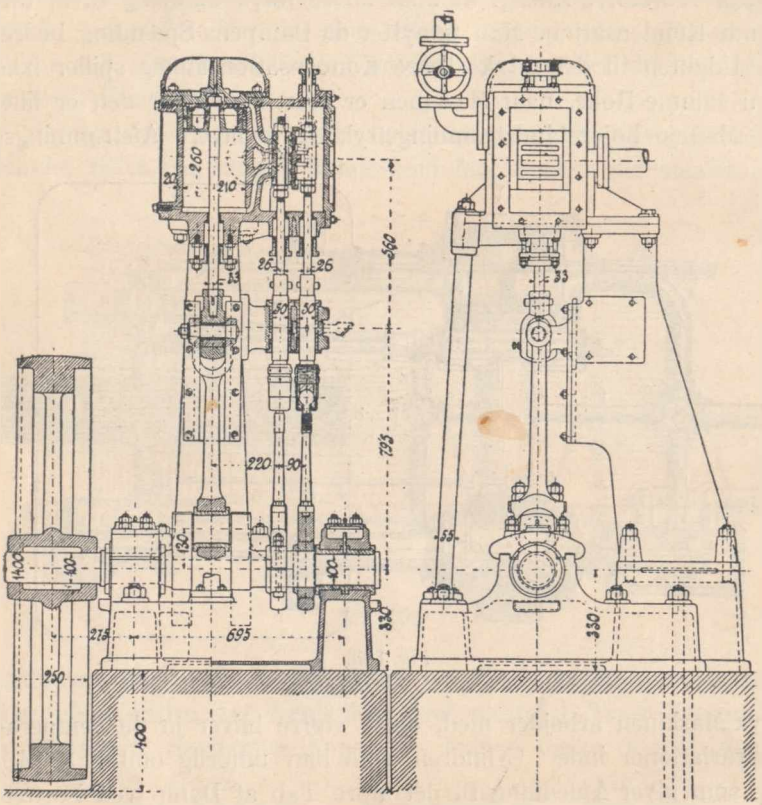


Fig. 104.

gelse af hinanden med fælles Stempelstang, Plejlstang og Krumtap, og Maskinen kaldes da en Tandemmaskine; eller ogsaa kan de ligge ved Siden af hinanden med hver sin Plejlstang og Krumtap, og Maskinen kaldes da en Kompoundmaskine. En saadan er afbildet (set ovenfra) i Fig. 103, hvor *A* er Højtrykcylindren, *B* Receiveren og *C* Lavtrykcylindren. De to Cylindre kendes fra hinanden derpaa, at Lavtrykcylindren er størst, fordi

Dampen her arbejder ved lavere Tryk, og saa fylder den mere. Ved Kompoundmaskiner anbringes de to Krumtaparme ikke paa Akslen, saaledes at de peger ud i samme Retning, men saaledes, at den ene staar lodret, naar den anden staar vandret. Dette er ogsaa Tilfældet i Fig. 103, og Fordelen herved er, dels at det Arbejde, der overføres til Krumtapakslen, bliver mere jævnt fordelt over hele Omdrejningen, og dels at Maskinen er lettere at sætte i Gang, forbi begge Krumtappe ikke samtidig kan være i

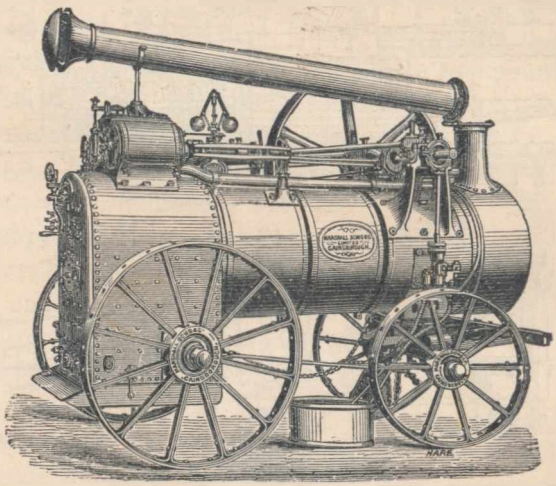


Fig. 105.

Dødpunktet. Maskinen i Fig. 103 har Ventilstyring paa Højtrykcylindren og Gliderstyring paa Lavtrykcylindren. Kondensator og Luftpumpe er betegnet ved *E*. Svinghjulet gør Tjeneste som Tovskive.

En liggende Maskine optager en forholdsvis stor Gulvflade. Kniber det med Plads, benyttes hellere en staaende Maskine (Fig. 104). Denne Type finder mest Anvendelse i Skibe eller paa Steder, hvor Byggegrunden er særlig dyr. Ogsaa staaende Maskiner kan naturligvis bygges som Flergangsmaskiner. Skibsmaskiner er hyppig Tregangs-, undertiden Firegangsmaskiner, d. v. s., Dampen arbejder efterhaanden i 3 eller 4 Cylindre.

Undertiden bygges Dampmaskiner med 2 Cylindre, uden at

de dog derfor er Togangsmaskiner, idet det ikke er den samme Dampmængde, som virker først i den ene og saa i den anden Cylinder, men kun Halvdelen af Dampen ledes til hver af de to Cylindre, saaledes at Virkningen i dem bliver ganske ens, hvorfor de ogsaa maa være lige store. En saadan 2-cylindret Ma-

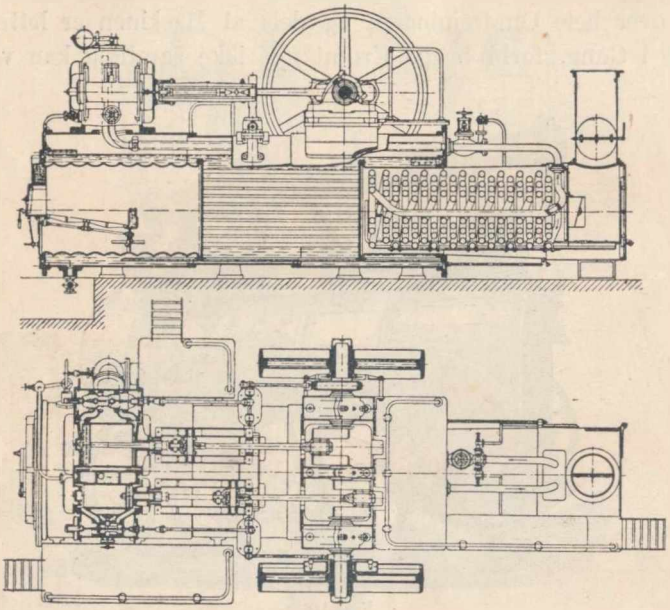


Fig. 106.

skine kaldes en Tvillingmaskine og finder bl. a. Anvendelse ved Lokomotiver.

Foruden ved faststaaende Anlæg anvendes Dampmaskiner ogsaa ved transportable Anlæg, f. Eks. Skibe, Lokomotiver og Lokomobiler. Skibs- og Lokomotivmaskiner skal ikke omtales nærmere her. Derimod viser Fig. 105 et Lokomobil. Dampmaskinen ligger her ovenpaa Kedlen, hvis Indretning er nærmere omtalt S. 63. Paa Figuren ses Cylindren længst tilvenstre, derefter de Ledeskinner, der styrer Krydshovedets Bevægelse, og saa den skraatstaaende Plejlstang og Hovedakslen med Lejer, Ekscentrik og Svinghjul. Yderst paa den nærmeste Ende af

Akslen sidder en Ekscentrik, der trækker Fødepumpen, som sidder længere nede paa Siden af Kedlen. Dette Lokomobil er anbragt paa Hjul og kan altsaa let flyttes fra Sted til Sted.

Man bruger ogsaa undertiden faststaaende Lokomobiler (Fig. 106), især ved Anlæg af en mere midlertidig Karakter, hvor man vil spare Indmuring og Dampskorsten. Ogsaa Fundamentet bliver billigere, naar det er fælles for Kedel og Maskine. I Fig. 106 er Kedlen forsynet med en Overheder, bestaaende af et Rør, der er vundet i en Mængde Skruevindinger og anbragt i en stor cylindrisk Kanal, som Røgen maa igennem paa Vejen fra Trækrørene til Skorstenen. Maskinen er en Kompoundmaskine; i det nederste Billede ses tydelig de to ulige store Cylindre og de to tilsvarende Krumtapbugte paa Hovedakslen. Fig. 107 viser et Snit tværs igennem Cylindrene. Det ses her, at Dampen fra Kedlen kan komme op i et stort Hulrum, en Slags Damphat, der omslutter Cylindrene. Fra Toppen af Damphatten udgaar Røret L_1, som fører Dampen til Overhederen, medens L_2 er det Rør, gennem hvilket Dampen vender tilbage fra Overhederen for at gaa til Højtrykcylindrens Gliderkasse.

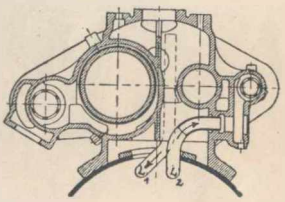


Fig. 107.

I Fig. 108 ses et lignende Lokomobil udvendig fra. Paa den Side af Kedlen, der vender frem imod os, ligger to mindre, vandrette Cylindre. Den nederste af disse er Kondensatoren, den øverste Forvarmeren. Fra Hovedakslens nærmeste Ende gaar en Ekscentrikstang nedefter; den trækker baade Luftpumpe og Fødepumpe. Fra Fødepumpen gaar Fødevandet gennem et Rør, der ses bagved Trappen op til Forvarmeren. I denne ligger et Rørsystem, som Vandet gaar igennem for derefter at komme ud igen ved den højre Ende, hvorfra det gaar paa Kedlen gennem den sædvanlige Kontraventil. Spilddampen forlader Maskinen gennem det svære Rør, der ses lige under Firmanavnet, gaar først til Forvarmeren, hvor den ledes uden om Rørsystemet og derefter videre til Luften eller til Kondensatoren, eftersom den Skifteventil er indstillet, der sidder paa Kondensatorens højre

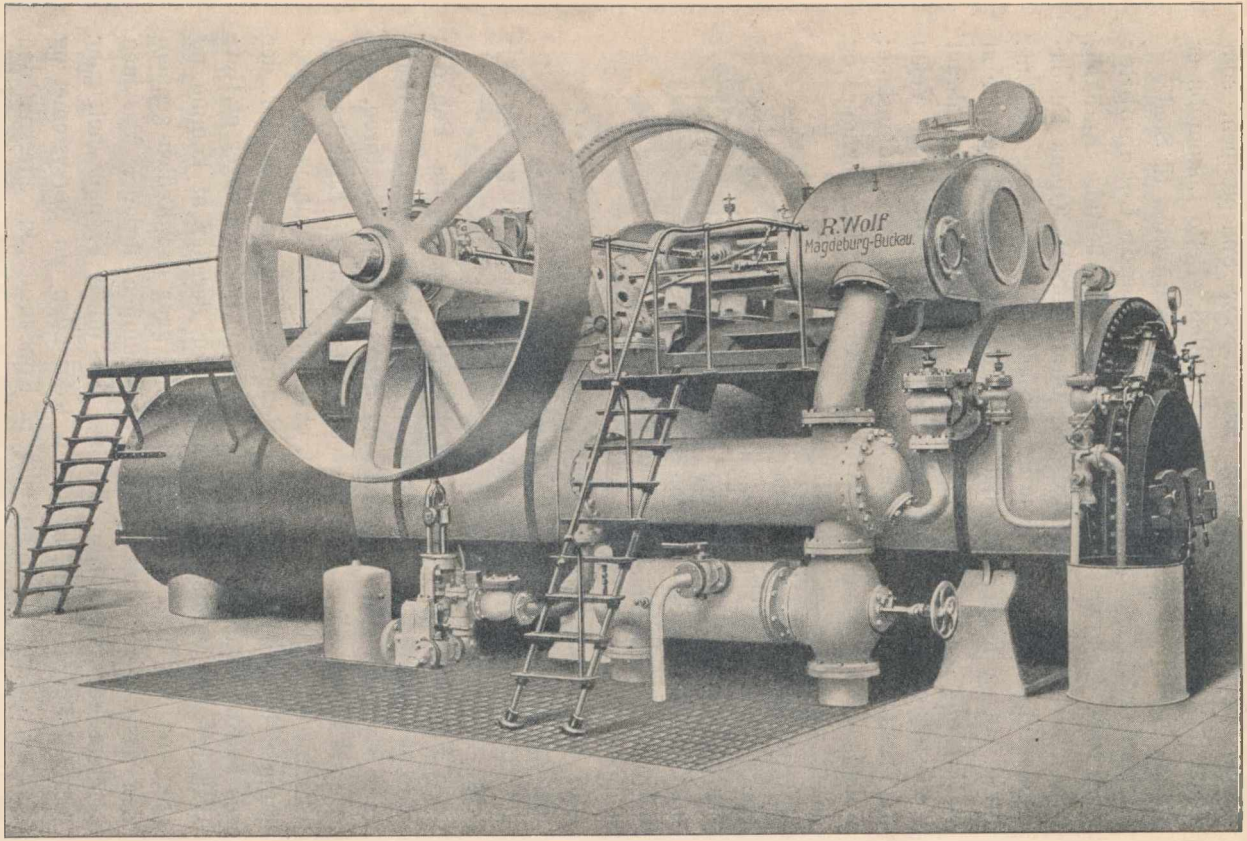


Fig. 108.

Ende. Kondensatoren er en Indsprøjtningskondensator; Vandrøret med Hane ses foran, og ved venstre Ende ses det Rør, der fører Blandingen af Kondensat og Kølevand ned gennem Dørkpladen og videre til Luftpumpen. Paa Kedlens højre Ende er anbragt en Injektor. Den faar sin Damp gennem et Rør, der udgaar fra Toppen af Kedlen, og sender Vandet ind i Kedlen paa samme Sted som Fødepumpen. Fra Injektoren gaar der 2 Rør ned i Vandbeholderen; det ene er Sugerøret, det andet Overløbsrøret.

Kapitel 15.
Pasning af Dampmaskinen.

Under Maskinens Gang er det Maskinpasserens vigtigste Opgave at paase, at der stadig føres Smøreolje til de Steder, hvor der foregaar en Bevægelse, og hvor Smøring derfor er nødvendig for at formindske Arbejdstabet paa Grund af Gnidningsmodstand, for at formindske Sliddet og for at undgaa Varmløben. Han maa derfor stadig holde Øje med Smøreapparater og Smørekopper og hyppig føle med Haanden paa de forskellige Steder, hvor Bevægelse foregaar.

Som tidligere omtalt anvendes bl. a. *Mollerup*'s Smøreapparat til at trykke Olje ind i Damprøret for ad den Vej at faa Glidere og Stempel smurt, men ofte foretrækker man ogsaa at føre Oljen under Tryk til andre Steder, hvor det ellers kan være vanskeligt at faa den ind. Mollerups Smøreapparat er vist i Fig. 109. Det bestaar af en med Olje fyldt Cylinder *B*, hvori et Stempel *A* kan presses ned, naar der drejes paa Skruen *I*. Drejningen kan ske ved Hjælp af Haandtaget *L*, men under Maskinens Gang er det Meningen, at den selv skal besørge det. Der sidder derfor ogsaa paa Skruens Spindel et Snækkehjul *G*, hvori indgriber en Snække *F* (Skrue med flade Gænger), hvis Aksel hviler i to Lejer paa Apparatets Stativ. Paa samme Aksel er fastkilet et Palhjul *P*, og ved Siden af det sidder løst paa Akslen en Arm *D*, der kan sættes i svingende Bevægelse ved

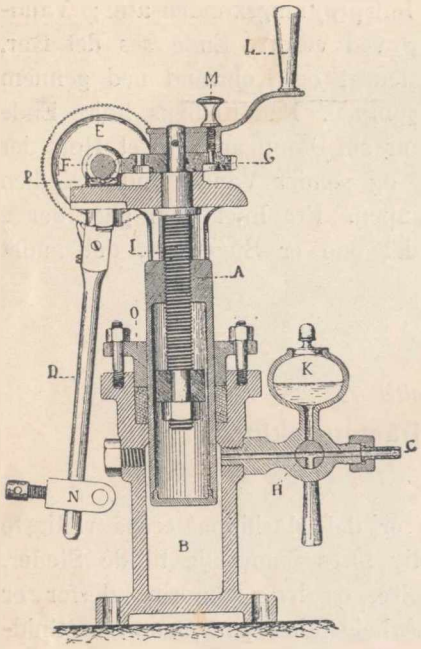


Fig. 109.

gennem Klodsen *N* og en eller flere Stænger at blive sat i Forbindelse med f. Eks. en Gliderstang eller anden Maskindel med en passende Vandring. Armen *D* bærer en Pal (Klinkhage), som af en lille Fjeder holdes trykket ind mod Palhjulets Tandkrans. Naar Armen svinger den ene Vej, tager Palen Hjulet med sig; naar den svinger tilbage, glipper Palen hen over Tænderne, og Hjulet staar stille. Stemplet skrues altsaa i smaa Ryk ned i Cylindren *B* og trykker Oljen gennem Hanen *H* og Røret *C* til Smørestederne. Naar *B* skal fyldes med frisk Olje, hældes denne i Koppen *K*; Hanen *H* drejes $^1/_4$ Omgang, og Stemplet skrues til Vejrs ved at dreje paa Haandtaget *L*, efter at Forbindelsen med Palhjulet er afbrudt

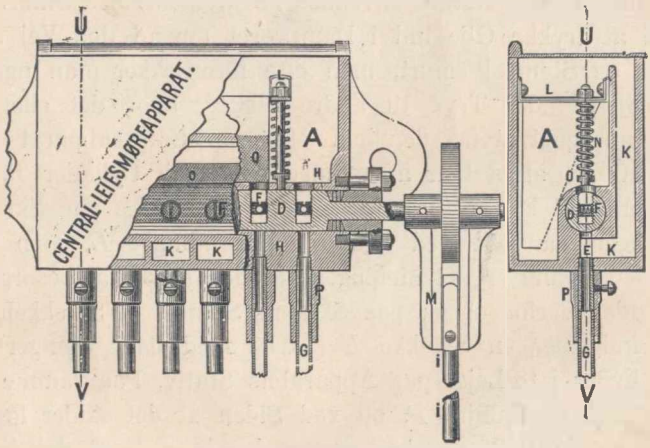


Fig. 110.

ved Løftning af Stiften *M*. Ved Flytning af Klodsen *N* paa Armen *D* kan der indstilles til mere eller mindre stærk Smøring.

Ved lidt større Maskiner anvendes ofte Centralsmøring, d. v. s., Oljen hældes i en Beholder *A* (Fig. 110), filtreres gennem et Metaltraadsnet *O* og udfylder nogle Udboringer *F* i en Aksel *D*, som sættes i stødvis omdrejende Bevægelse ved Hjælp af en Palmekanisme som den ovenfor beskrevne. Efter en halv Omdrejning tømmes hver af de smaa Beholdere ud i sit Rør *G*, og disse Rør fører Oljen til Smørestederne. Hver enkelt Beholders Størrelse kan afpasses ved at skrue en Prop mere eller mindre langt ind i Udboringen.

Lejerne kan maaske ogsaa være forsynet med Ringsmøring eller med Smørekopper. Disse Smøremetoder vil blive omtalt senere (S. 180). Smørekopper kan ogsaa anvendes ved Smøring af Krydshovedets Glideflader, Krydshovedtap, Krumtap, Pakdaaser o. l. For Krumtappens Vedkommende maa der dog gerne træffes særlige Foranstaltninger, f. Eks. som vist i Fig. 111. Her er Smørekoppen anbragt paa det Beskyttelsesgelænder, som skal findes uden om det Sted, hvor Krumtappen bevæger sig. Fra Koppen fører et fastsiddende Rør Oljen draabevis ned til en hul Kugle. Denne sidder igen paa et Rør, der er fastskruet til Enden af Krumtappen. Gennem Kanaler i Tappen føres Oljen en-

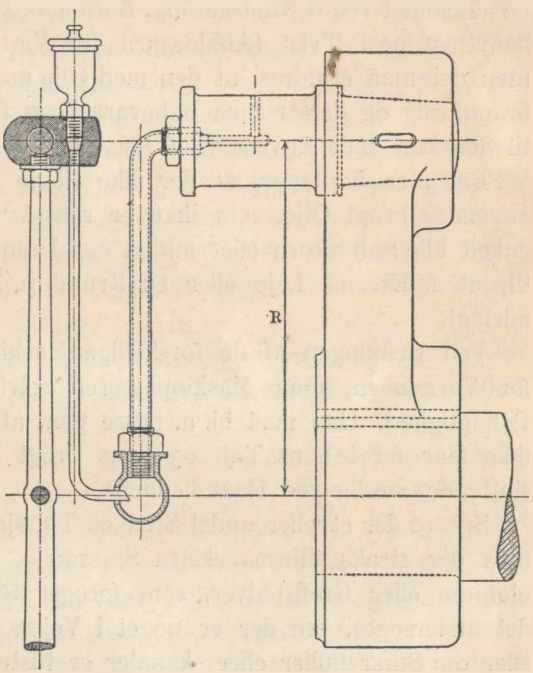


Fig. 111.

delig ud til dennes Overflade under Medvirkning af Centrifugalkraften.

Fig. 112 viser en lignende Ordning ved en Krumtapbugt, kun er den hule Kugle her erstattet med Ringen *R*.

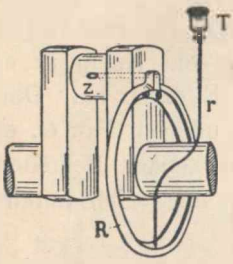


Fig. 112.

Der anvendes ogsaa ofte Sliksmørekopper til Krumtap og Krydshoved.

Fra saadanne Maskindele, der svinger eller drejer sig hurtig rundt, vil Centrifugalkraften være tilbøjelig til at slynge Oljen ud i Maskinrummet. For at hindre dette anbringes Stænkeskærme (*x* i Fig. 76), men desuden hører det til Maskinpasserens Pligter, naar Maskinen er i Gang, at opsamle eller aftørre Spildoljen. Den opsamlede Olje kan bruges igen enten til at smøre med paa mindre vigtige Steder (eventuelt efter Rensning) eller i Værkstedet ved Gevindskæring, Boring o. l. Til Aftørring af Olje benyttes mest Tvist (Affaldsgarn fra Væverier og Spinderier); men det maa erindres, at den med Olje mættede Tvist er meget brandfarlig og derfor maa opbevares paa forsvarlig Maade, indtil den kan finde Anvendelse f. Eks. ved Optænding under Kedlen.

Det maa iagttages, at der ikke til de vigtigere Smøresteder anvendes brugt Olje, som ikke er renset ved Filtrering; thi et enkelt lille Sandskorn eller anden fast Urenhed kan blive Aarsag til, at f. Eks. et Leje eller en Krumtap løber varm og bliver ødelagt.

Ved Befølingen af de forskellige Maskindele, som er udsat for Varmløben, maa Maskinpasseren selvfølgelig anvende stor Forsigtighed. Han maa bl. a. passe paa, at fremspringende Dele ikke faar fat i hans Tøj, og hans Dragt bør derfor være tætsluttende, særlig ved Haandleddene.

Spores der et eller andet Sted en Tilbøjelighed til Varmløben, maa der straks tilføres ekstra Smøreolje, maaske tilsat Svovlblomme eller Grafitpulver, som forøger Smøreevnen, hvorefter det undersøges, om der er noget i Vejen med Smøreapparatet, eller om Smørehuller eller -kanaler er tilstoppede. Er dette ikke Tilfældet, kan det f. Eks. være et Par Pander eller en Pakdaase,

der er spændt for haardt sammen, og maaske kan der saa allerede under Gangen foretages en lille Løsning i Tilspændingen, men ellers maa der ved første normale Standsning eller eventuelt ved en ekstraordinær Standsning af Maskinen foretages det fornødne, f. Eks. Anbringelse af et lidt tykkere Mellemlæg ved Panderne, saaledes at Boltene paany kan trækkes haardt an. Ved Pakdaaser kan Varmløben let opstaa, naar Brillen spændes skævt til.

Vanskeligst er det at kontrollere Cylindrens Smøring, men Mangler ved denne vil dog ofte give sig til Kende, ved at der høres en brummende Lyd, fremkaldt ved stødvis Bevægelse af Stempelringene.

Høres der under Maskinens Gang uvante Lyde, f. Eks. Stød, maa det straks undersøges, hvad Aarsagen er.

En lidt knaldende Lyd vil ofte hidrøre fra, at der har samlet sig Fortætningsvand i Cylindren, og dette maa da udblæses gennem Aftapningshanerne.

Ellers kan Stød i Cylindren hidrøre fra, at Stemplet sidder løst paa Stangen, at Stempelringene er for stærkt slidt paa Kanterne, eller at de løber for langt udenfor Løbefladen, d. v. s. den Del af Cylindren, som er udboret med samme Diameter overalt, og som den yderste Ring bør gaa et ganske lille Stykke ud over for at undgaa Dannelse af Grad (ved Enderne af Løbefladen udvider Cylindren sig lidt med et konisk Stykke som Overgang). Saadanne Stød høres, idet Stemplet skifter Bevægelsesretning ved Enden af Slaget.

Høres Stødet midt i Stempelslaget, er det snarere Hovedglideren, der har for meget Slør ved Forbindelsen med Gliderstangen.

Ogsaa for stærkt Slid i Lejerne, ved Tappene og i Krydshovedets Styring giver Anledning til Stød, hver Gang Trykket paa den paagældende Maskindel skifter Retning. Herpaa maa der bødes ved Efterspænding i Forbindelse med Afretning (f. Eks. Udskrabning af Pander), saa snart Lejlighed gives dertil, og derefter maa der i Begyndelsen passes særlig godt paa, da sammenspændte Dele ofte vil være tilbøjelige til at løbe varme, indtil de paany er rigtig sammenslidt.

Arbejder Maskinen med Kondensation, og Vakuummet bliver for lavt, maa det undersøges, om der ikke er Utætheder, hvorigennem der stadig suges Luft ind, f. Eks. ved Pakdaaser eller Flangesamlinger, eller om en Ventil eller Hane skulde være aaben eller utæt. Det kan ogsaa være Indsprøjtningsbrusens Huller, der er tilstoppede, eller Luftpumpens Klapper, der er utætte. Dette maa forhindres ved et hyppigt Eftersyn af disse Dele.

Forinden Maskinens Igangsætning, maa der foretages en Opvarmning af den. Det gøres ved at dreje Maskinen, saaledes at Stemplet staar i det ene Dødpunkt, og saa aabne Stopventilen lidt. Dampen vil da kunne fylde Gliderkassen og det skadelige Rum i den ene Ende af Cylindren, og de Dele, Dampen er i Berøring med, vil langsomt opvarmes, idet der stadig fortættes noget af Dampen. Fortætningsvandet blæses ud gennem Aftapningshanen. Efter en lille Tids Forløb lukkes Stopventilen, medens Maskinen drejes, saa Stemplet kommer i det andet Dødpunkt, og nu gentages det samme her. Ved at undlade saadan Opvarmning forud for Igangsætningen udsætter man sig for, at der et eller andet Sted i Godset opstaar Spændinger, som kan fremkalde Brud.

Medens Opvarmningen foregaar, efterses og fyldes Smøreapparater og -kopper med Olje, Smøringen paabegyndes, og man forvisser sig om, at Kiler og Møtriker er tilspændt, og at der iøvrigt ikke paa Maskinen ligger løse Dele, der kan falde ned og komme i Klemme. Idet Maskinen er bleven drejet af Hensyn til Opvarmningen, har man ogsaa forvisset sig om, at der intet Sted er noget, der stopper.

Saa stilles Maskinen med Krumtappen lidt forbi et af Dødpunkterne, det paabudte Igangsætningssignal gives, alle Aftapningshaner paa Cylinder og Gliderkasse aabnes, og Stopventilen aabnes forsigtig, saaledes at Igangsætningen kan foregaa langsomt. Først lidt efter lidt sættes Hastigheden op til den normale, Aftapningshanerne lukkes, og der aabnes snarest lidt for Indsprøjtning af Kølevand, hvis Indsprøjtningskondensator haves (ellers ødelægges Ventilklapperne i Luftpumpen), dog aabnes ikke helt, før Maskinens Fart er bleven mere normal (ellers fylder Vandet maaske

Kondensatoren og gaar tilsidst ind i Cylindren). Har man Overfladekondensator, trækkes Cirkulationspumpen oftest fra en særlig Motor, som i Forvejen kan være sat i Gang.

Ved Standsning af Maskinen lukkes Stopventilen langsomt, og der knibes paa Indsprøjtningshanen ved en Maskine med Indsprøjtningskondensator (Hanen lukkes helt, saa snart Maskinen er stoppet). Smøringen sættes ud af Virksomhed, og Aftapningshanerne aabnes og bliver staaende aabne til næste Igangsætning. Er der Fare for, at Vandrør kan fryse, aftappes de. Maskinen aftørres, og mulige Fejl og Mangler afhjælpes.

DET ØVRIGE MASKINERI.

Kapitel 16.
Transmissioner.

Aksler. Det Arbejde, der udvikles af Dampen i Maskinens Cylinder, overføres som Regel gennem en Krumtapmekanisme til Hovedakslen. Dennes omdrejende Bevægelse skal derefter føres videre maaske til et stort Antal forskellige Arbejdsmaskiner, der indeholder Aksler, som skal løbe med meget forskellig Fart. De Mellemled, der benyttes hertil, kaldes med et fælles Navn Transmissioner. De vigtigste af dem er: Aksler, Koblinger, Lejer, Remme og Remskiver (Remtræk), Tove og Tovskiver (Tovtræk) og Tandhjul.

Af Aksler er allerede omtalt Dampmaskinens Hovedaksel, men mellem denne og Arbejdsmaskinens Hovedaksel, indskydes der ofte Mellemaksler, dels af Hensyn til Afstanden mellem Dampmaskinen og Arbejdsmaskinen, dels fordi det kan blive nødvendigt at foretage Forandringen i Omdrejningstal i flere Trin. Maaske kan ogsaa en særlig Aksel (Forlagsaksel) blive nødvendig for at kunne igangsætte eller standse en Arbejdsmaskine uden at gribe forstyrrende ind i de andre Maskiners Gang. Skal Dampmaskinen drive et større Antal Arbejdsmaskiner, som maaske er opstillet i forskellige Bygninger eller Etager, lægges lange Akselledninger, Drivaksler, langs Lofter, Vægge eller Søjlerækker.

En Drivaksel har i Reglen samme Tykkelse overalt. Den hviler i Lejer, der anbringes med en indbyrdes Afstand af et Par Meter og fastgøres til Loftsbjælker, Vægge eller Søjler. For at Akslen ikke skal forskyde sig paa langs i Lejerne, forsynes den med 2 Stopringe, een paa hver Side af et Leje eller paa de modsatte Sider af et Par Nabolejer, men ikke i endnu længere

Afstand fra hinanden af Hensyn til Akslens Længdeforandring ved Temperaturvariationer.

Drivaksler laves af blødt Staal. De har ofte saa stor en Længde, at de ved Hjælp af Koblinger maa samles af flere Stykker, som hver har en Længde af 4—6 m. Man skelner mellem faste Koblinger, som giver en stadig Forbindelse, der enten kan være absolut stiv eller tillade en ringe indbyrdes Bevægelighed af de to Aksler i Forhold til hinanden, og udløselige Koblinger, ved hvilke Forbindelsen let kan hæves og atter tilvejebringes.

Faste Koblinger. Hertil hører *Reiche*'s Kobling (Fig. 113). Denne bestaar af en hul Cylinder af Støbejern, som ved et Snit paa langs er delt i to Skaale, der kan spændes sammen omkring Akselenderne ved Hjælp af en Række Bolte paa hver Side. Ved Tildannelsen afhøvles denne Kobling først paa Skillefladerne, derefter spændes de to Skaale sammen med et Mellemlæg af tykt Papir og udbores efter Akseldiametren. Naar de saa senere efter Fjernelse af Papiret spændes sammen om Akslerne, vil de kunne komme til at klemme tilstrækkelig stærkt om disse. For Sikkerheds Skyld anbringes en Fjeder, d. v. s. en Kile uden Stigning, i hver af de to Akselender og en tilsvarende Not i den ene Skaal.

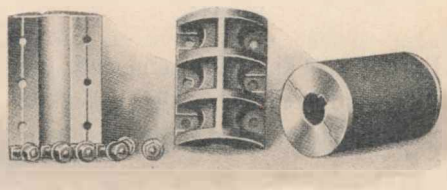


Fig. 113.

Meget benyttet er ogsaa Skivekoblingen (Fig. 114), som er

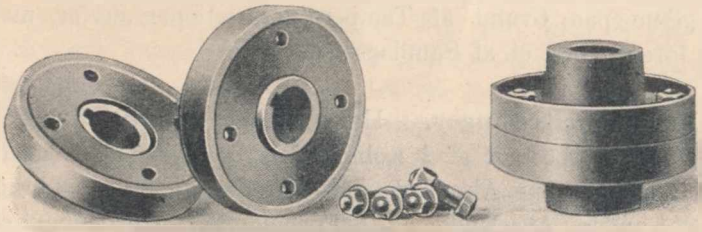


Fig. 114.

delt ved et Snit vinkelret paa Akslen, saaledes at der paa hver Akselende fastkiles et Nav, som bærer en Skive. Ved Hjælp af Bolte spændes de to Skiver sammen med saa stor Kraft, at Gnidningsmodstanden imellem dem bliver tilstrækkelig til at hindre gensidig Bevægelse.

Seller's Kobling (Fig. 115) bestaar af 2 opskaarne Ringe, som omsluttes af en ydre Muffe, samt 3 Bolte. Ringene passer paa hver sin Akselende og er konisk afdrejede udvendig. Muffen er tilsvarende konisk udboret. Ved Hjælp af Boltene trækkes Ringene ind i Muffen og spændes derved fast dels inden i denne, dels uden om Akslen, saaledes at Gnidningsmodstanden begge Steder bliver tilstrækkelig til at hindre Glidning.

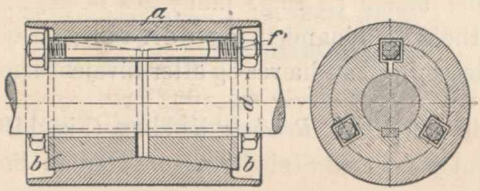


Fig. 115.

Fig. 116 viser en Udvidelseskobling. Paa hver Akselende fastkiles et Nav med 3 Kløer, der passer ind i tilsvarende Mellemrum paa den anden Aksels Koblingsstykke. Saadanne Koblinger finder bl. a. Anvendelse, naar en længere Akselstreng af særlige Grunde, f. Eks. af Hensyn til koniske Tandhjul el. lign. maa fastholdes ved begge Ender, og Længdeforandringerne paa Grund af Temperaturvariationer derfor maa kunne foregaa ved et af Samlingsstederne.

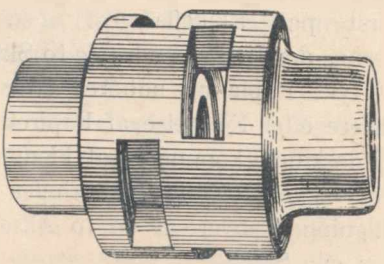


Fig. 116.

Udløselige Koblinger. Hertil hører Tandkoblingen (Fig. 117), som bestaar af 2 Koblingsdele, af hvilke den ene er fastkilet paa den ene Akselende, medens den anden er anbragt paa den anden Akselende og i Forbindelse med denne ved

Fjeder og Not, saaledes at den kan forskydes paa langs ad Akslen, medens den ikke kan dreje sig i Forhold til denne. Begge Koblingsdelene bærer paa de Flader, der vender imod hinanden, nogle Tænder, som kan have den i Fig. 117 viste Form,

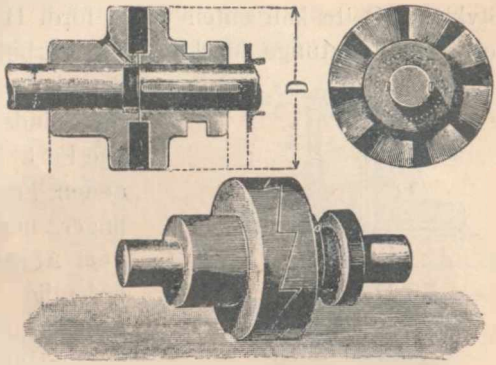


Fig. 117

hvis Omdrejningsretningen altid er den samme. Ellers maa der anvendes den i Fig. 118 viste Form. Saa vil det dog være vanskeligt at indrykke Koblingen under Gang, hvis Hastigheden ikke er meget ringe. Udrykning kan derimod i begge Tilfælde foretages under Gang.

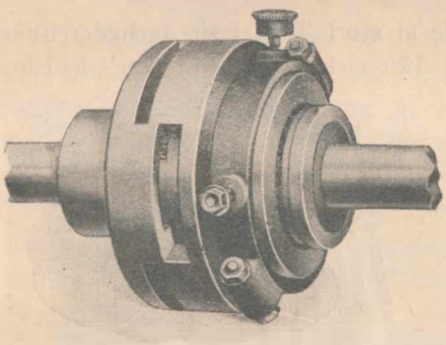


Fig. 118.

Den almindelige Maade at udføre Ind- og Udrykning paa saavel ved denne som ved de fleste andre Former af udløselige Koblinger er følgende. Den Koblingsdel, der skal forskydes i Akslens Længderetning, har i Navet en neddrejet Rille. I denne ligger en todelt Ring (se Fig. 118) med et Par fremspringende Tappe. Omkring disse griber de to Grene af en Gaffel, som tilhører en Stang, der ved den ene Ende er drejelig omkring et fast Punkt. Ved at paavirke Stangens anden Ende kan man udføre Forskydningen.

I mange Tilfælde vil Indrykning af en Tandkobling ikke kunne foretages under Gang uden Fare for, at der skal gaa noget i

Stykker. Dette kan enten være, fordi Hastigheden er stor, eller fordi der er tunge Maskindele i Forbindelsee med den Aksel, der skal sættes i Gang, og de kan ikke pludselig faa den tilstrækkelige Fart. Man kan da benytte en anden Form for udløselige Koblinger, nemlig Friktionskoblinger. Af saadanne har man et overordentlig stort Antal forskellige Konstruktioner. En af de simpleste er Keglekoblingen, som er vist i Fig. 119. De 2 Kegleflader trykkes sammen, idet Kraften Q forskyder den bevægelige Koblingsdel b tilvenstre, naar Igangsætning skal ske. Den Aksel, der bærer den faste Koblingsdel a, faar imidlertid paa denne Maade et stort Tryk i sin Længderetning. Det undgaas ved den i Fig. 120 viste *Dohmen-Leblanc*'s Kobling. Denne har 4 Klodser n, som ved Hjælp af 4 Fjedre o spændes med stor Kraft ud mod Inderside af en Skaal c, der sidder fastkilet paa den anden Aksel a. Rykkes den bevægelige Koblingsdel m tilhøjre, slappes Fjedrene, og Klodserne trækkes lidt bort fra Skaalens Inderside, idet de styres af Flader paa Tallerkenen d, der er fastkilet paa Akslen b.

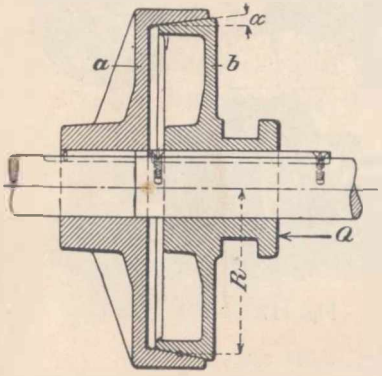


Fig. 119.

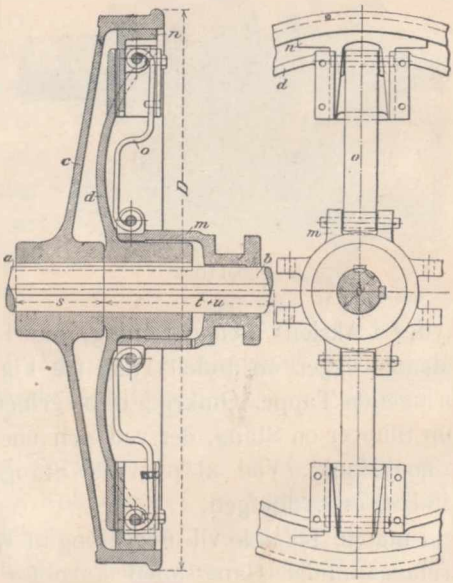


Fig. 120.

Lejer. I Fig. 121 ses et almindeligt Staaleje med Broncepander.

Baade Panderne og den støbte Del af Lejet er todelt, for at Akslen lettere kan komme paa Plads, og for at Lejet kan spændes efter, naar det slides.

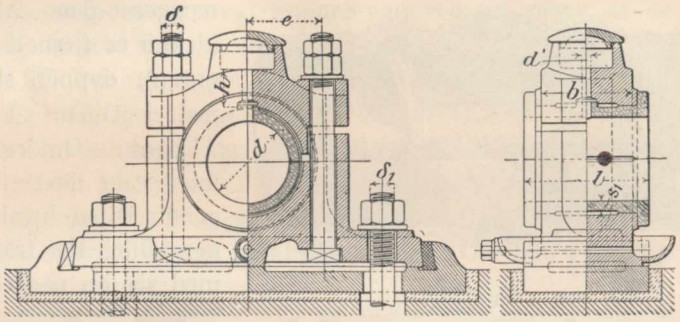


Fig. 121.

Til Drivaksler bruges hellere Lejer med *Seller*'s Pander (Fig. 122). Disse er af Støbejern, som er et godt Slidmateriale, naar Trykket i Lejet blot fordeles over en tilstrækkelig stor Flade. Panderne maa derfor gøres lange, og saa bliver det nødvendigt at understøtte dem i Kugleskaale, for at de kan give lidt efter, naar Akslen fjedrer sig. Panderne er anbragt i en Hængebuk, som kan befæstes til Loftsbjælkerne. En nyere Form af Hængeleje ses i Fig. 123; det er udstyret med Ringsmøring.

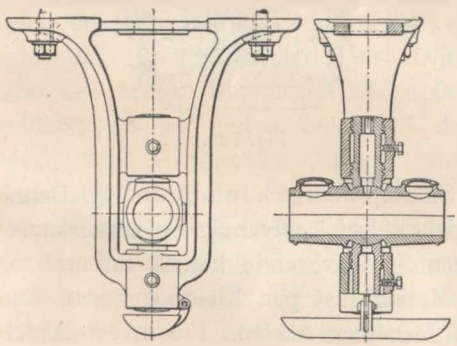


Fig 122.

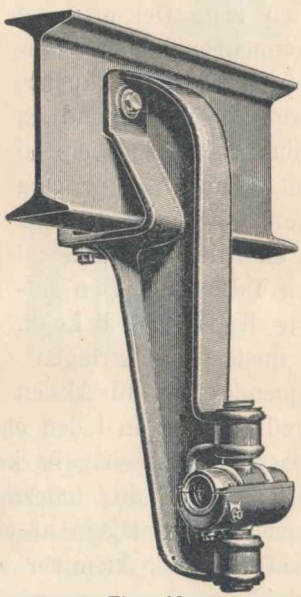


Fig. 123.

Principet i Ringsmøring fremgaar af Fig. 124, der viser et lodret Snit gennem Panderne. Underpanden indeholder et større Hulrum, hvori der altid staar Olje, og to Smøreringe, som hænger paa Akslen (denne er fjernet i Figuren), dypper stadig ned i Oljen. Under Akslens Omdrejning følger de løst hængende Ringe med, og den Olje, de trækker med sig op paa Oversiden af Akslen, fordeles gennem Smøregange over hele Lejets Længde. Ved Enderne skal Panderne slutte støvtæt til Akslen; ofte indlægges her en Filtring. Oljen maa fornyes et Par Gange om Aaret.

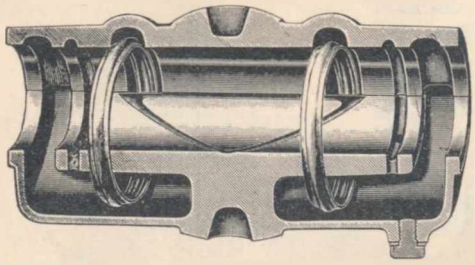


Fig. 124.

Endnu bedre er Kuglelejer. Fig. 125 viser et Snit gennem et saadant. Trykket overføres her fra Akslen til den faste Del af Lejet gennem en dobbelt Krans af hærdede Staalkugler, som holdes i Afstand fra hinanden ved Hjælp af en Kugleholder, og som løber i Render dels i en Inderring, dels i en Yderring. Den sidste ligger fast i Lejet, medens Inderringen spændes fast til Akslen ved Hjælp af en i den ene Side opskaaret Klembøsning. Denne passer paa Akslen, er konisk afdrejet udvendig og skrueskaaret i den ene Ende. Inderringen er tilsvarende konisk udboret og spændes ved Hjælp af en Møtrik fast paa Klembøsningen, som saa samtidig klemmer sig fast paa Akslen. For hvert Akselstykke maa der være et af Lejerne, der intet Spillerum har

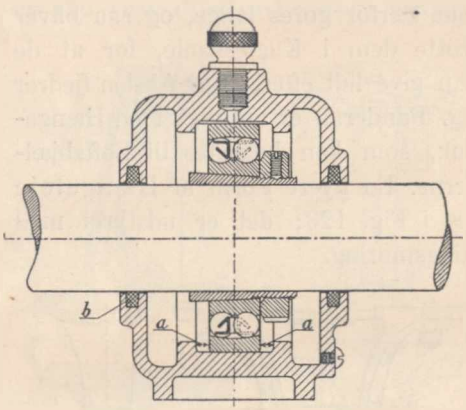


Fig. 125.

ved *a*; dette Styrleje hindrer da Akslens Forskydning i Længderetningen.

Fordelene ved Anvendelse af Kuglelejer er navnlig, at Gnidningsmodstanden er langt mindre end ved Glidelejer, at de ikke kræver megen Pasning, og at Forbruget af Smøreolje kun er ringe. Til Smøringen benyttes enten ren, kemisk nevtral Mineralolje eller en Blanding af lige Dele hvid Vaseline og Vaselinolje. Inden Akselledningen tages i Brug, paafyldes Smørelse; naar den har været i Drift i ca. 1 Maaned, fyldes ny Smørelse paa. Derefter skal Lejerne kun smøres 2 à 3 Gange om Aaret ved indtil 250 Omdrejninger pr. Minut; ved større Hastighed noget oftere.

Smøring. Naar der ikke anvendes Ringsmøring eller Kuglelejer, foregaar Smøringen ved Hjælp af Smørekopper, hvorfra Smørelsen ledes ned til Akslens Overflade, idet Smøreriller i Panderne tjener til at fordele den. Den simpleste Smørekop er et Smørehul, som ved Hjælp af en Smørekande fyldes op med Olje med passende Mellemrum; men den ringe Oljebeholdning, her kan rummes, vil snart være opbrugt, hvis Akslen løber hurtig rundt, og det kan derfor kun bruges ved langsomt løbende Maskineri, særlig saadant, der drives ved Haandkraft.

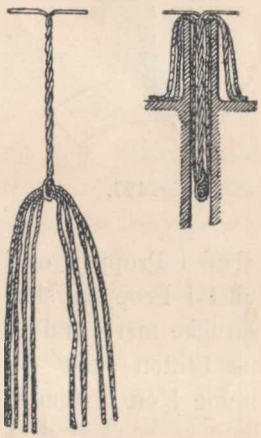


Fig. 126.

Beholderen kan udvides ved at udspare en større Hulhed i Lejets Dæksel (Fig. 127), men hvis man lader Oljen løbe lige herfra gennem et Hul i Beholderens Bund ned i Lejet, vil der ogsaa bruges Smørelse, naar Akslen staar stille, idet den Olje, der staar i Smørerillerne, er underkastet et Tryk fra Oljen oven over, som vil faa den til at sive ud ved Enden af Panderne, skønt Rillerne selv naturligvis aldrig maa naa saa langt ud. Man undgaar dette ved at bruge Vægesmøring. Hertil kræves, at der midt i Beholderen anbringes et Rør som en Fortsættelse af

Hullet, der fører ned til Akslen, og ned i dette Rør stikkes en Væge (Fig. 126), som er dannet af Uldgarn eller Bomuldsgarn, fastgjort til et sammensnoet Stykke Messing- eller Kobbertraad. Gennem de Ender, der hænger ned i Smørekoppen, vil Oljen suges op og gennemtrænge hele Vægen, fra hvilken den derefter drypper ned paa Akslen. Jo tykkere Garn der bruges, og jo længere Vægen stikkes ned i Røret, desto livligere bliver Smøringen; denne standses helt ved at trække Vægen op af Røret.

Fig. 128 viser en Smørekop med Stift. Den bestaar af en Glasbeholder af Form som en Flaske og en Stift af Staal eller Kobber. Beholderen anbringes med Halsen nedefter og fastgøres til Lejets Dæksel ved Hjælp af en Træprop. Stiften gaar gennem

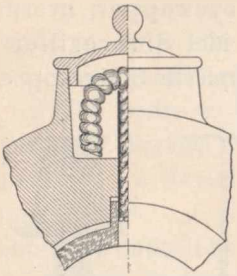


Fig. 127.

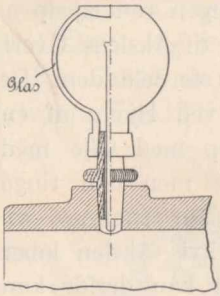


Fig. 128.

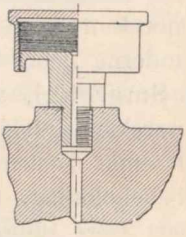


Fig. 129.

et Hul i Proppen og hviler med sin nederste Ende paa Akslen. Hullet i Proppen skal være lidt større i Diameter end Stiften, men ikke mere, end at Oljen ikke løber ned gennem Spillerummet, naar Stiften staar stille. Er Akslen derimod i Gang, vil Stiften komme i en rystende Bevægelse, og derved vil Luftbobler kunne slippe op mellem Stiften og Hullets Væg, samtidig med at Oljedraaber løber ned. Er der en Paafyldningsaabning i Glasflaskens opadvendende Bund, maa den kunne lukkes lufttæt, da Oljen ellers vil kunne løbe ud af Smørekoppen ogsaa under Stilstand.

Fig. 129 viser en Stauffer Smørekop til Fedtsmørelse (konsistent Fedt). Den bestaar af en Plade med en skrueskaaret Tap, der skrues paa Smørestedet; Pladen har selv Gevind paa Kanten, saaledes at et Laag kan skrues ned over den. Mellemrummet

fyldes med Fedtsmørelse, og denne klemmes ud, efterhaanden som Laaget spændes til. Det er en Ulempe, at denne Tilspænding skal udføres med Haanden; man bruger derfor ogsaa lignende Smørekopper med et Stempel, der trykkes til ved Vægt- eller Fjederbelastning.

Paa saadanne Steder, hvor der maa lægges større Vægt paa, at Smøringen sker regelmæssig, og at den kan reguleres og kontrolleres, benyttes Dryp-smørekopper med synlig Oljetilførsel (Fig. 130). Ved disse skal Oljen for at komme fra Beholderen ned til Smørestedet løbe igennem et Hul, som delvis udfyldes af en konisk Stift, der kan indstilles i forskellig Højde ved Hjælp af en Knap foroven. Herved kan Oljetilførslen reguleres eller helt standses. Gennem et lille Glasrør forneden kan man se Draaberne falde.

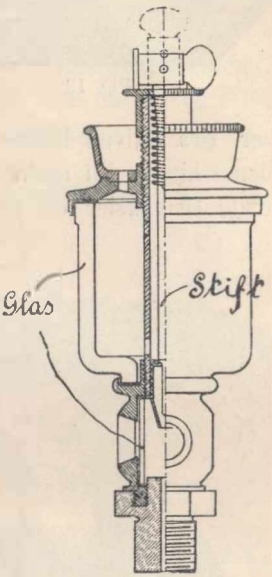


Fig. 130.

Remtræk. Selve Remmene er omtalt S. 6. Skal to Aksler forbindes med Remtræk, fastkiles en Remskive paa hver af dem, og Remmen lægges stramt omkring de to Skiver. Disse kan laves af Støbejern, sjældnere af Træ, i den nyere Tid hyppig af Staalplade (Fig. 131). Af Hensyn til let Anbringelse paa Akslen gøres de ofte todelte. De to Ender af Remmen sys sammen med stærke Binderemme eller forbindes ved Hjælp af Remsamlere, af hvilke

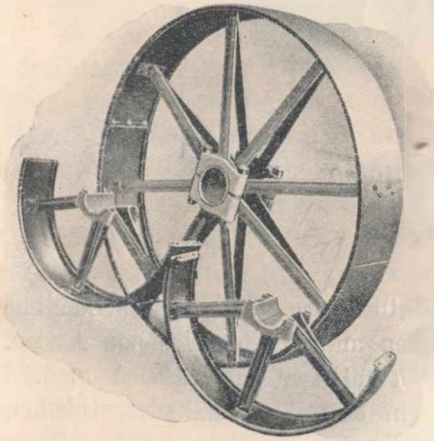


Fig. 131.

Fig. 132.

man har mange forskellige Konstruktioner. Fig. 132 viser *Bristol* Remsamleren.

I Fig. 133 ses en Forlagsaksel med 3 Remskiver. Fra Skiven længst tilhøjre skal en Rem føre ned til Arbejdsmaskinen. En anden Rem skal komme fra en af de stadig løbende Drivaksler og lægge sig om enten den ene eller den

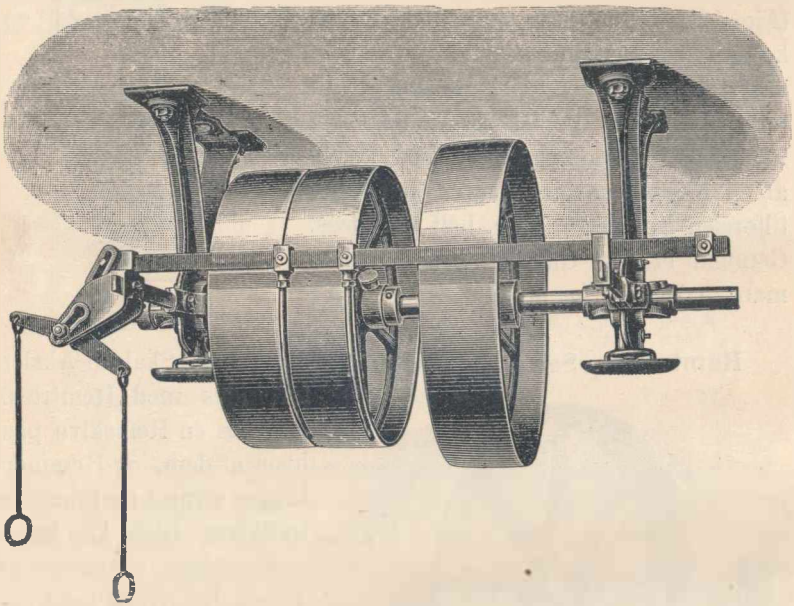


Fig. 133.

anden af de to Skiver længst tilvenstre. Af disse er den ene fastkilet paa Akslen, medens den anden sidder løs paa Akslen, saaledes at den kan løbe rundt uden at tage Akslen med. I Akslens Længderetning kan den dog ikke forskydes, thi heri hindres den af den faste Skive paa den ene Side og af en Stopring paa den anden Side. Et Snit gennem et Par saadanne

Skiver ses i Fig. 134, hvor *F* er den faste, *L* den løse. Dennes Nav er udforet med en Metalbøsning og har et Hul, hvori der kan skrues en Stauffer Smørekop. Naar Remmen, der kommer fra den stadig løbende Drivaksel, ligger paa Forlagsakslens faste Skive, vil denne Aksel og altsaa ogsaa Arbejdsmaskinen løbe rundt. Ligger Remmen derimod paa den løse Skive, vil Forlagsakslen og Arbejdsmaskinen staa stille. Remmen flyttes fra den faste til den løse Skive og omvendt ved Hjælp af en Remflytter, som med to Gaffelgrene griber om den Rempart, der løber paa Skiverne. Den ses i Fig. 133.

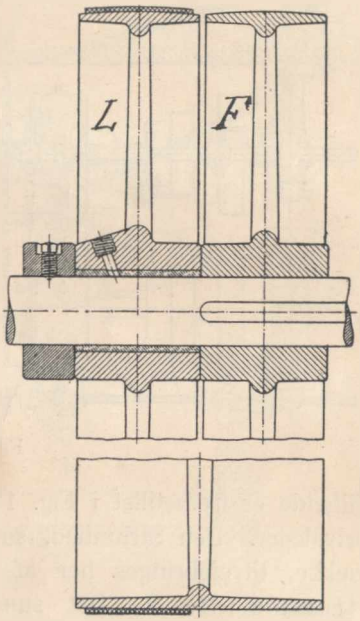


Fig. 134

Skal Arbejdsmaskinens Omdrejningshastighed let kunne forandres, erstattes den Remskive, der sidder længst tilhøjre i Fig. 133, med en Trappeskive (Fig. 135), og Arbejdsmaskinen faar en ganske lignende Trappeskive, som anbringes i omvendt Stilling, saaledes at den samme Rem kan passe paa alle Trinene.

Skal Arbejdsmaskinens Omdrejningsretning ogsaa let kunne forandres, kan det gøres, som Fig. 135 viser, ved fra Drivakslen at føre baade en aaben Rem og en krydset Rem hen omkring Skiver paa Forlagsakslen. Denne faar da en fast Remskive *a* og to løse Remskiver b_1 og b_2, som hver for sig er dobbelt saa brede som den faste. Paa den stadig løbende Drivaksel, sidder saa en enkelt fast Skive, hvis Bredde er lig med den samlede Bredde af *a*, b_1 og b_2. De to Remme kan her flyttes samtidig af hver sin Gaffel. Gaflerne er i Figuren tegnet saaledes, at begge Remmene ligger paa hver sin løse Skive. Skydes Remflytteren tilhøjre eller tilvenstre, vil enten den aabne eller den krydsede Rem komme

over paa den faste Skive *a*, medens den anden bliver paa sin løse Skive. Arbejdsmaskinen kommer da til at løbe enten den ene eller den anden Vej rundt.

Tovtræk. Undertiden kan man med Fordel benytte Hampe- eller Bomuldstove i Stedet for Remme, især ved større Afstand mellem Akslerne, eller hvor Arbejdet fra Dampmaskinens Hovedaksel skal fordeles til forskellige Lokaler eller Etager. Det sidste

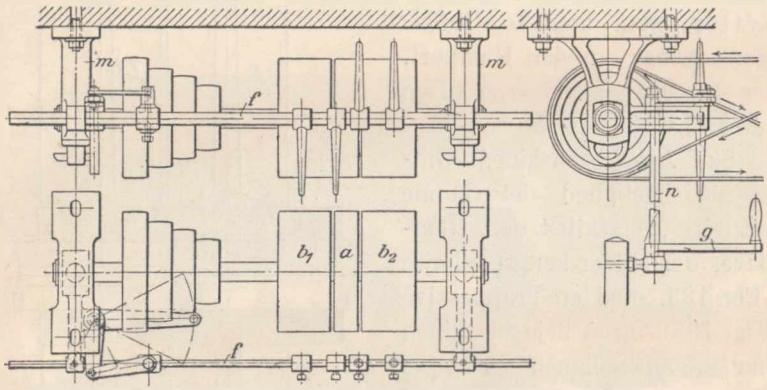


Fig. 135.

Tilfælde er fremstillet i Fig. 136, hvor I, II og III er forskellige Drivaksler. Den Stramhed, som Tovet maa have for at kunne trække, tilvejebringes her af en Vægt *Q*, der ophænges i en Strammerulle *S*. Det samme Tov gaar da omkring alle Skiverne, om Strammerullen og om de to Lederuller *L*, som er nødvendige, for at Strammerullen kan komme til at hænge i to lodrette Tovparter. Tovskiverne har i Omkresen een eller flere Riller med Kileform, saaledes at Tovet kommer til at klemme lidt deri. Antallet af Riller retter sig efter, hvor stort et Arbejde den paagældende Aksel skal afgive eller modtage. Man kan ogsaa forbinde to Aksler med Tovtræk paa en anden Maade, idet man paa hver Aksel anbringer en Skive med et passende Antal Riller (ens for begge Skiver) og saa bruger lige saa mange Tove, som der er Riller i en af Skiverne. Hvert Tov for si lægges da stramt om Skiverne, og Strammerulle med Vægt udelades.

Tandhjul. Naar der kun er ringe Afstand mellem de to Aksler, der skal sættes i Forbindelse med hinanden, kan hverken Remtræk eller Tovtræk bruges. Derimod kan Tandhjul maaske benyttes. Paa hver af Akslerne fastkiles da et Hjul med Tænder paa Omkredsen, og disse Tænder skal have en nøj-

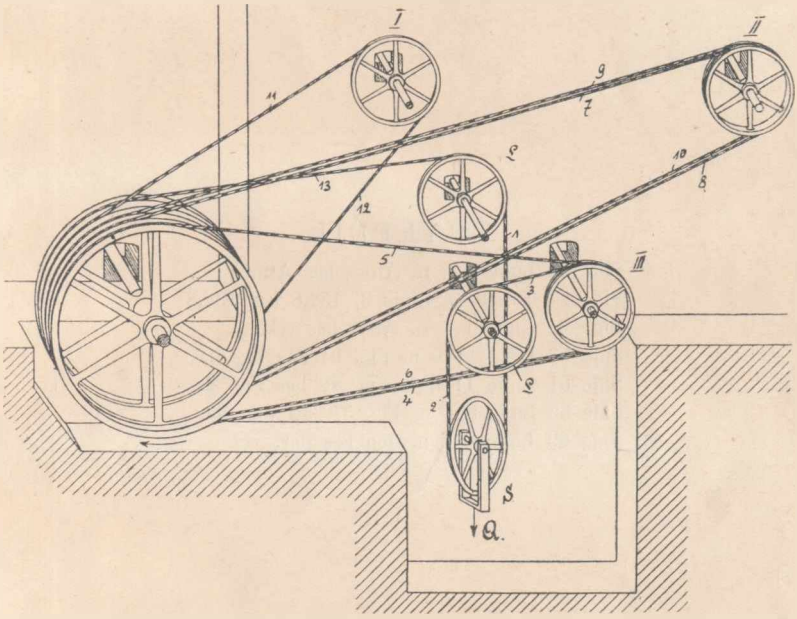


Fig. 136.

agtig tildannet Form, for at Hjulene kan komme til at gaa godt sammen. Har de to Aksler samme Retning, bruges cylindriske Hjul. Er de vinkelrette paa hinanden, bruges koniske Hjul. Tandhjul laves hyppigst af Støbejern, men undertiden forsynes det ene af dem med Tænder af Træ, Raahud eller andet blødere Materiale for at opnaa en mere lydløs Gang. Ofte bruges Hjul med raat støbte Tænder, men ved bedre Maskineri og hurtigere Gang fræses Tænderne ud, hvorved de kan komme til at passe bedre sammen.