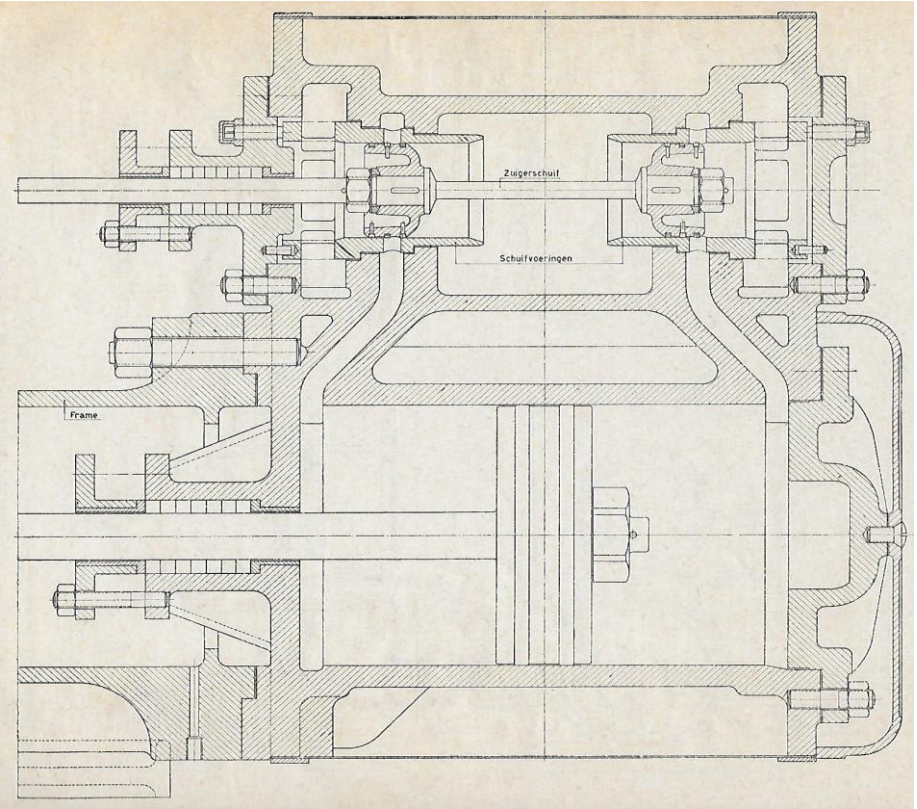
4.14.7 Stoomcilinder en schuifspiegel

In de stoomcilinder beweegt zich de zuiger.. De cilinder, zoals hier onder afgebeeld, met daaraan vast de schuifkast, wordt vervaardigd van fijnkorrelig gietijzer. Dit heeft de eigenschap een mooi glad oppervlak te vormen aan de binnenzijde van de cilinder als de zuigerveren hier voortdurend langs glijden. De cilinder moet na mechanische bewerking stoomdicht, dus vrij van gietgallen en te hoge materiaalspanningen zijn. Het spreekt voor zich dat bij dergelijke complexe gietstukken hoge eisen worden gesteld aan het materiaal maar nog meer aan het vakmanschap van het personeel in de gieterij.

Cilinderconstructie

De wand van de schuifkast tegen de cilinder wordt gevormd door een vlakke of ronde spiegel, waarin zich de stoompoorten bevinden. Vaak is de cilinderbodem, waar de zuigerstang doorheen beweegt, één stuk met de cilinder. Het cilinderdeksel sluit het andere einde van de cilinder af. Het deksel is soms vanwege gewichtsbesparing van gegoten staal maar meestal ook van het fijnkorrelige gietijzer gemaakt, hetzelfde materiaal waar ook de cilinder van is vervaardigd. De cilinder is met stevige draadeinden aan het frame vastgemaakt.



Stoomcilinder met aangegoten schuifkast

De wanddikte van de stoomcilinder kiest men zo groot dat:

- Tijdens het gieten van de cilinder een kleine verschuiving van de gietkern het gietstuk niet waardeloos maakt.
- Voldoende weerstand wordt geboden aan de krachten die optreden bij de bewerking
- De stoomdichtheid is verzekerd
- De materiaalspanningen tijdens het bedrijf de hoogst toegestane waarden niet overschrijden
- De cilinder later nog eens uitgedraaid of gekotterd kan worden als dat nodig blijkt te zijn.

De wandikte s na bewerking wordt bepaald met dezelfde formule waarmee ook de wandikte van een ketelromp wordt bepaald.

$$s = \frac{p.D}{2\,\sigma}[\mathrm{cm}]$$

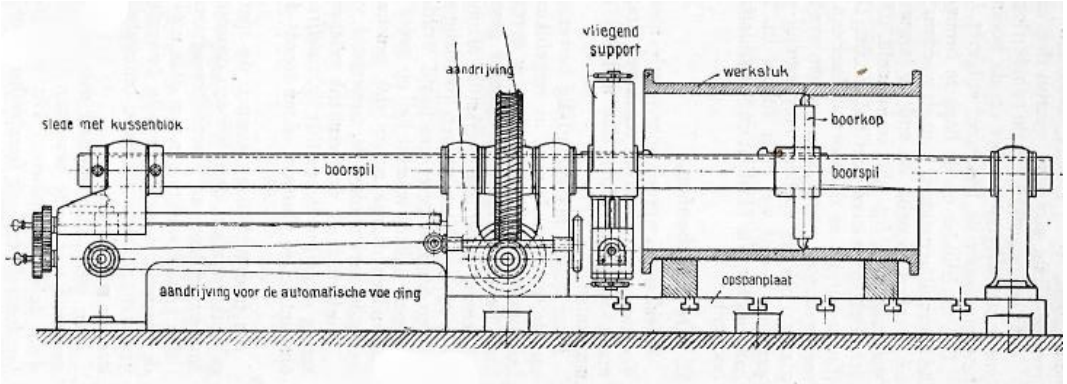
Waarin:
s = wanddikte van de stoomcilinder na bewerking in cm
p = druk van de stoom in de cilinder kg/cm²
D = inwendige cilinderdiameter in cm
σ = toe te laten trekspanning voor gietijzer in kg/cm²

Voor de toelaatbare treksterkte neemt men bij gegoten ijzer 180 kg/cm². Is de cilinderdiameter van de gelijkstroommachine op de volgende bladzijde 45 cm en de werkdruk 12 kg/cm² dan is de minimale wanddikte na bewerking:

$$s = \frac{12\,.\,45}{2\,.\,180} = 1{,}5 \text{ cm of } 15 \text{ mm}$$

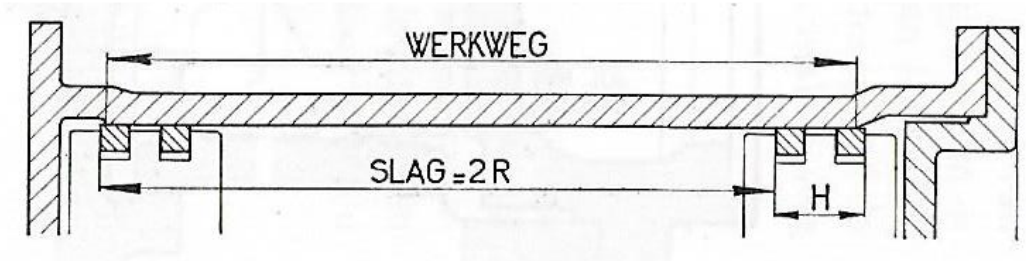
De wanddikte van het deksel en de bodem kiest men gewoonlijk gelijk aan die van de cilinder.
Poten of stoelen dienen voor de bevestiging van de cilinder aan de fundatie en vormen één geheel met het cilindergietstuk. Bij stoommachines met een gering vermogen worden de poten of de stoelen achterwege gelaten en is de cilinder aan het frame opgehangen, men spreekt dan van een overhangende cilinder.

De cilinder wordt bij wisselstroommachines over de volle lengte op een kotter- carrousel- of speciale cilinderboorbank recht uitgeboord. Grote stoomcilinders moeten bij voorkeur in dezelfde stand geboord worden als de stand waarin zij dienst gaan doen omdat bijvoorbeeld een vertikaal geboorde cilinder door zijn eigen gewicht bij horizontale plaatsing iets onrond wordt. Er zijn dus twee soorten cilinderboorbanken; horizontale en verticale.



Horizontale cilinderboorbank

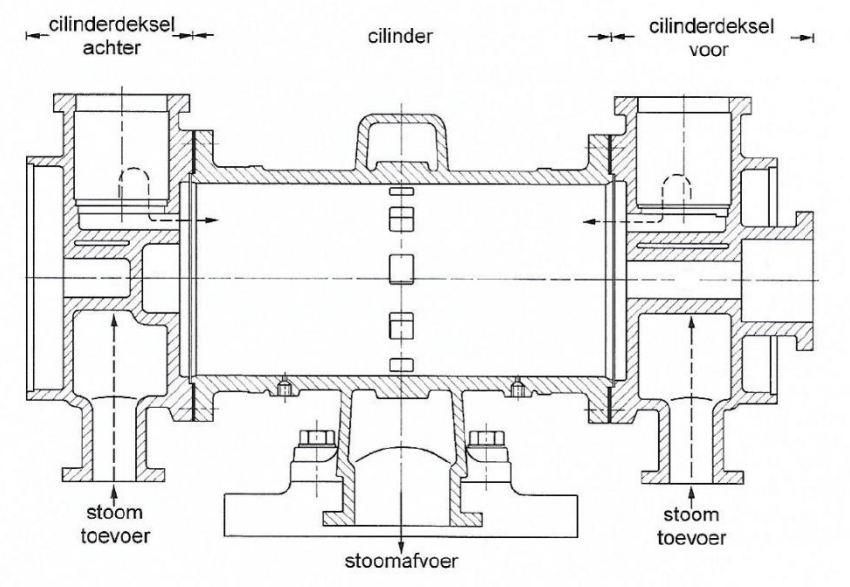
De cilinder moet voor een goede afdichting zuiver rond en glad bewerkt zijn. Het middelste gedeelte van de binnenkant van de cilinder, waarlangs de veren lopen noemen we de werkweg. Aan de einden is de cilinder iets wijder uitgedraaid om het ontstaan van stootranden te voorkomen. De buitenste zuigerveren steken dan in de uiterste stand iets over de rand van het schuine gedeelte. De veren steken dus iets buiten de werkweg. De afschuining aan de dekselzijde heeft naast het voorkomen van een stootrand verder nog als doel om bij revisies de zuiger met het verenpakket gemakkelijker te kunnen monteren.



Relatie tussen zuigerslag en werkweg

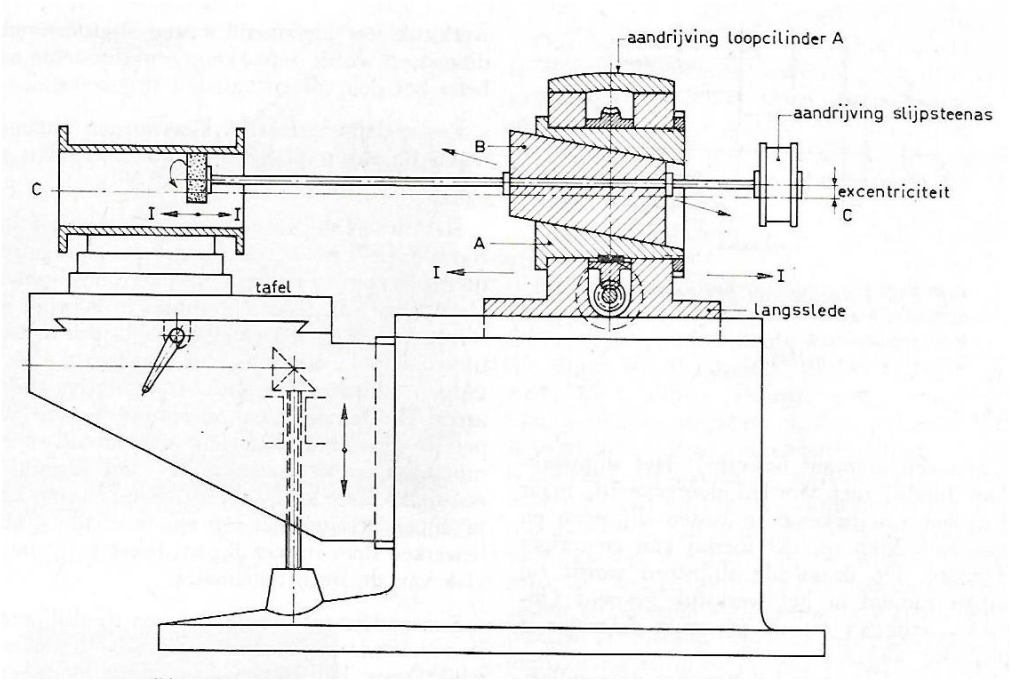
Het gemiddelde temperatuurverschil tussen de aan- en afvoerzijde van cilinders bij gelijkstroommachines is groot. Een en ander doordat, anders dan bij wisselstroommachines waar de aan- en afvoer van de stoom aan één zijde plaatsvindt, bij de gelijkstroommachines de stoom aan de zijkanten wordt toegevoerd en in het midden wordt afgevoerd. Dit betekent dat als gevolg van het uitzetten van het cilindermateriaal tijdens bedrijf (grote) maat-verschillen optreden. De zuigerveren zullen continue de diabolovormige cilinderwand moeten volgen hetgeen overmatige slijtage van de veren en de sponningen tot gevolg heeft. Ook treedt eerder vermoeidheid op van het materiaal waar de veren van gemaakt zijn. Sommige stoommachine fabrikanten boren daarom de cilinders van dit type stoommachine tonvormig uit. In warme toestand is de cilinder dan recht met overal dezelfde speling voor de zuiger. Bij revisies is het zaak de cilinder diameters zowel in de hoogte als in de breedte op een aantal plaatsen in de lengterichting van de cilinder nauwkeurig op te meten en dit vast te leggen. Aan de hand hiervan kan men het slijtagepatroon en de onrondheid vaststellen dan wel bepalen of de cilinder opgeboord moet worden en nieuwe, overmaatse, zuigerveren moeten worden toegepast. Bij cilinders met een voering zal men de voering trekken en

vervangen. Uit de meetgegevens kan men tevens de ton-vorm in koude toestand afleiden. Deze dient gebruikt te worden bij het opboren van de cilinder of bij het boren van de nieuwe voering.



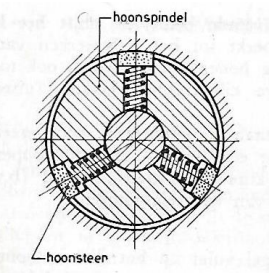
Cilinder met deksels voor gelijkstroommachine

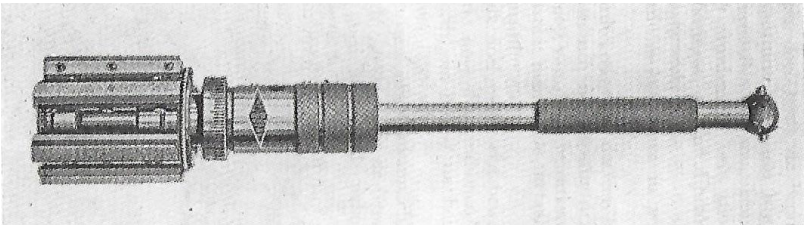
Tegenwoordig worden cilindervoeringen na het boren geslepen of gehoond. Bij het slijpen maakt de ronde slijpsteen een sneldraaiende tolbeweging en rolt gelijktijdig langs het te bewerken cilinderoppervlak.



Cilinderslijpmachine

De slijpsteen heeft dus gelijktijdig twee draaiende bewegingen. Verder wordt de zogenoemde loopcilinder heen en weer bewogen met behulp van de langsvoeding waardoor de cilinderwand in kruisslag wordt bewerkt. Met deze slijpmachine, zoals afgebeeld op de vorige bladzijde, is het betrekkelijk eenvoudig om de cilinder tonvormig te bewerken. Met slijpen wordt een zeer glad en grote vorm- nauwkeurigheid (zuiver rond en recht) oppervlak bereikt.
Honen of trekslijpen is een verspaningstechniek die te vergelijken is met ruimen, met dien verstande dat de messen vervangen zijn door stroken gemaakt van diamant, kubisch boornitride of keramisch gebonden materiaal. De stroken slijpmateriaal zijn in sleuven op een cilindervormige schacht aangebracht en worden al draaiende diametraal door lichte veren of hydraulisch tegen de te bewerken cilinderwand gedrukt.



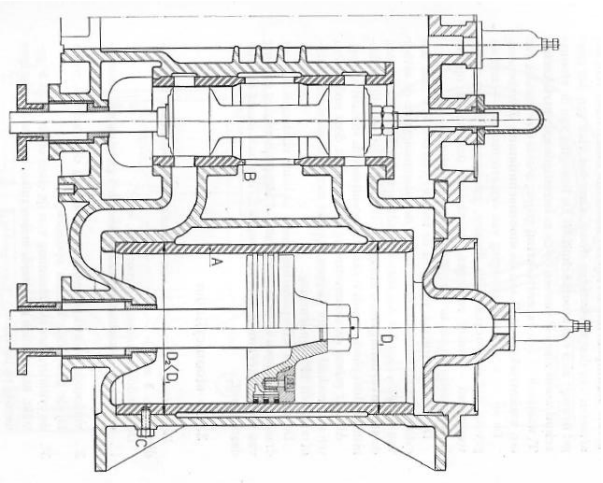


Hoonspindel zonder aandrijving

Tijdens het bewerken wordt de slijpschacht al naar gelang de opstelling van de cilinder op en neer of heen en weer bewogen zodat een kruisslag slijppatroon ontstaat. De verbinding van de aandrijfspil van de slijpschacht is flexibel verbonden met de aandrijving zodat deze zich volledig richt naar de te bewerken boring. Een dergelijke bewerking kan ook ter plaatse met behulp van een speciaal daar voor aangepaste mobiele opstelling worden uitgevoerd.

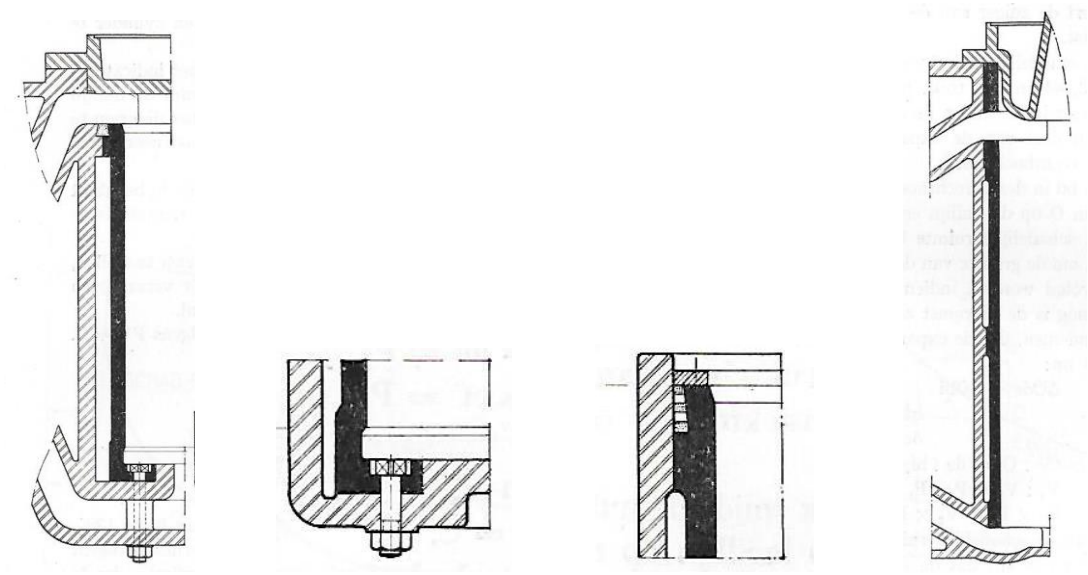
Cilindervoering

Het materiaal waarvan cilinders worden gemaakt moet zo taai mogelijk zijn om weerstand te kunnen bieden aan de erop werkende krachten. Het loopvlak van de cilinder moet hard zijn om de slijtage zo gering mogelijk te maken. Vooral bij gebruik van stoom met een hoge druk en temperatuur is dit van belang. Deze verschillende eisen die aan het cilindermateriaal worden gesteld zijn de reden dat men deze van een voering voorziet.



Stoomcilinder met voering

De hardheid van de voering bedraagt dan 180 – 200 Brinell, wat te vergelijken is met uitgegloeid staal. De cilinder wordt van taaier en minder hard gietijzer gemaakt. Het aanbrengen van een afzonderlijke voering heeft ook nog het voordeel dat zij, indien nodig door slijtage of beschadiging vervangen moet worden, gemakkelijk kunnen worden vernieuwd. Ook als een stoommantel wenselijk wordt geacht is dat met een voering eenvoudiger te realiseren.
De voering wordt in de buitencilinder geperst of getrokken. Voor het gemakkelijk inbrengen van de voering wordt soms de cilinder van tevoren met stoom verwarmd. Verschuiven van de voering in de cilinder wordt voorkomen door het inschroeven van enkele borgbouten.



Cilindervoeringen en constructiedetails

Soms wordt de voering voorzien van een naar binnen gerichte flens. Deze flens wordt door middel van tapbouten in de vlak gedraaide sponning op de cilinderbodem vastgezet. Aan de bovenkant of

de dekselzijde is in vele gevallen een zwaluwstaartvormige groef gedraaid waarin lood, babbith of een uitgegloeide koperen ring wordt aangebracht. Deze constructie maakt de verplaatsing van de cilinder ten opzichte van de voering mogelijk. Ook komt het voor dat de groef is gevuld met het tegenwoordig verboden asbest, dat door een metalen ring wordt aangedrukt. Soms maakt men de voering zo lang dat deze in het vlak van de cilinder komt te liggen. Het cilinderdeksel kan dan tevens dienst doen als borg tegen verschuiven van de voering in langsrichting. Bij grote lengte heeft de voering meestal halverwege nog een steunrand.

Stoommantel

Als de ruimte tussen de binnen- en de buitencilinder gebruikt wordt als stoommantel, dan moet uiterste zorg worden besteed aan het aftappen van het condensaat. Te veel condensaat heeft namelijk een averechtse uitwerking op het beoogde vermijden van (begin)condensatie in de cilinder. Over het nut van een stoommantel is men het niet altijd eens. In de praktijk heeft men het nut van het toepassen van mantelstoom meermalen kunnen aantonen zodat sommige machines hiermee zijn uitgerust. Een stoommantel kan ook gebruikt worden om de stoommachine voor te warmen voordat deze vanuit een koude toestand in bedrijf wordt gesteld.

Cilindersmering

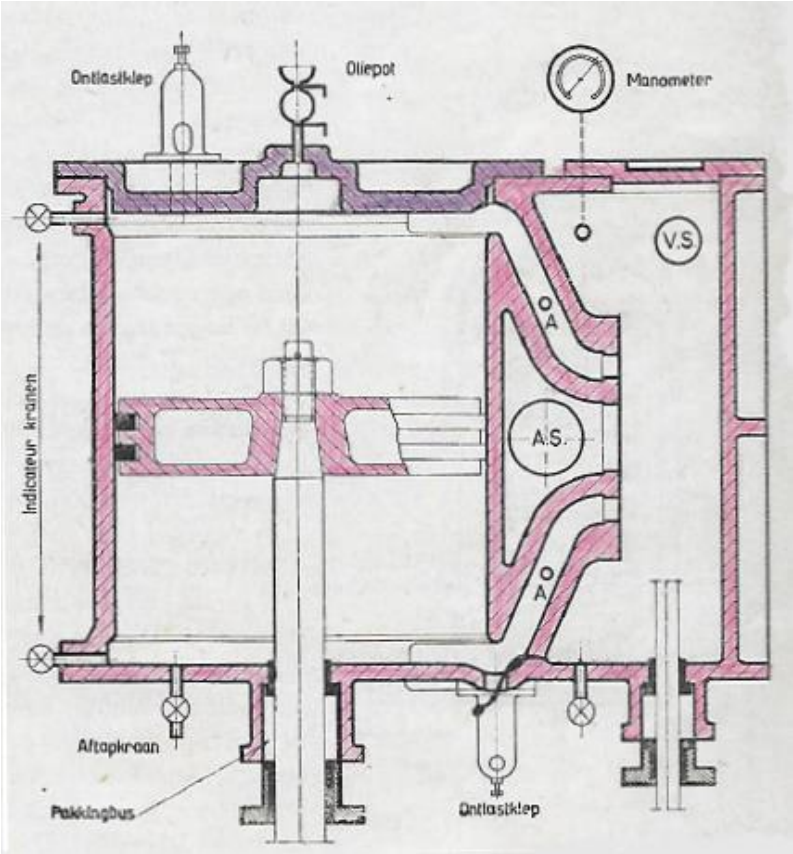
De zuiger in de cilinder maar ook de schuiven die voor de toevoer van de stoom zorgen moeten gesmeerd worden. Hierbij doet zich het probleem voor dat deze delen onder druk staan en het smeermiddel, uitsluitend speciale cilindersmeerolie, met de hete stoom in aanraking komt. Daarenboven vervuilt de olie het condensaat en mag daarom niet zondermeer naar de ketelinstallatie worden teruggevoerd. De speciale olie die wordt toegepast bij stoommachines wordt in deze leidraad behandeld in de paragraaf over smeermiddelen. Hier volgen de methodes waarop de hiervoor genoemde onderdelen worden gesmeerd.

Oliepotsmering (drukverdrijving)

De smering van de schuiven en de zuigers in de stoomcilinders geschiedt onder druk maar aanzienlijk minder overvloedig dan bij de uitwendige machineonderdelen omdat deze olie in het condensaat terecht komt; een plek waar we dat liever niet hebben.

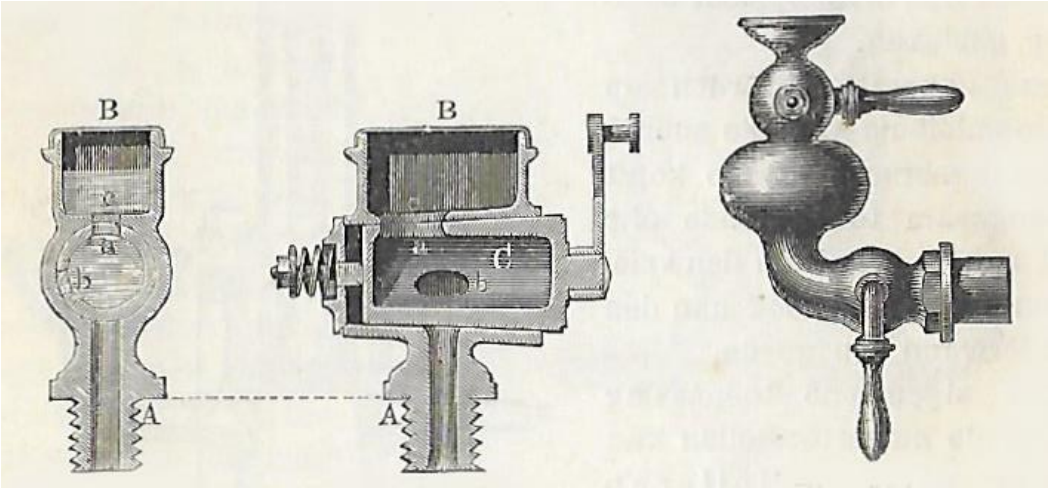
Een enigszins primitieve methode is om de smeerolie in de cilinder te laten vallen en door de stoom te laten meevoeren naar de te smeren vlakken. Een en ander zoals op de tekening op de volgende bladzijde is aangegeven.

De oliepot die hierbij wordt gebruikt is gescheiden van de onder druk staande cilinder door twee kranen waartussen zich een voorraadkamertje bevindt. Deze kamer wordt gevuld door de kraan aan de cilinderzijde te sluiten en die aan de vulzijde te openen. Het kamertje kan dan met een oliekan worden gevuld. Eenmaal gevuld wordt de kraan aan de vulzijde gesloten en die aan de cilinderzijde een klein beetje geopend. In het kamertje heerst dan de- zelfde druk als in de betreffende cilinder zodat de olie naar beneden druppelt.



Oliepot voor smering cilinder en schuif

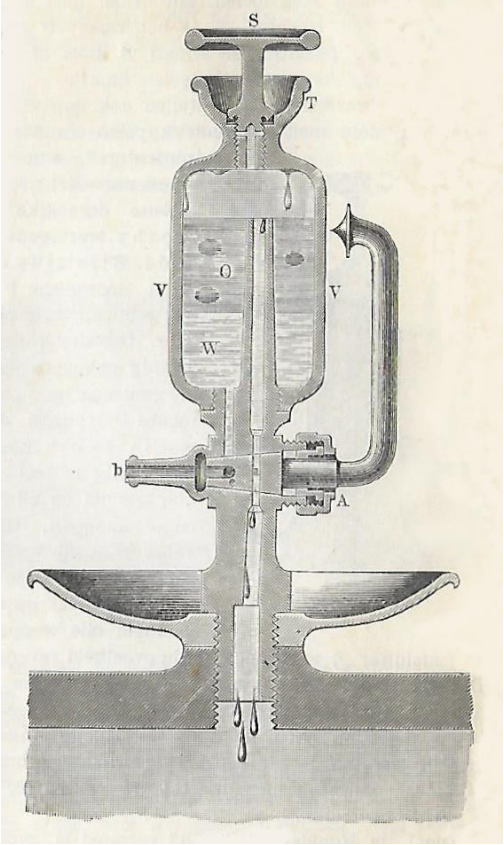
Een variant met de oliekamer tussen de twee kranen is die waarbij de holte van de kraan wordt gebruikt staat hier onder afgebeeld.
Het hoeft geen betoog dat de goede smering afhangt van de ervaring van de met de bediening belaste machinist en hoe consequent hij op gezette tijden de oliepot bijvult.



Oliepot met kamer in kraan **Oliepot met kamer tussen de kranen**

Oliepotsmering (vloeistof verdrijving)

Een variant op de hier voor beschreven oliepot voor cilindersmering is de oliepot van Klein Schanzlin en Becker, het huidige KSB. De stoom komt bij deze inrichting via de standpijp in het oliereservoir, condenseert hier en zakt naar de bodem. Hierbij wordt eenzelfde hoeveelheid olie uitgedreven naar het betreffende smeerpunt in de cilinder. Bij stilstand van de machine wordt geen stoom gecondenseerd en olie verbruikt. Als het reservoir geheel gevuld is met condensaat moet men de kraan A omzetten en het condensaat aftappen. Door de plug S kan het reservoir belucht en bijgevuld worden. Meestal wordt de inrichting onder de kraan voorzien van een kijkglaasje zodat men het doordruppelen van de olie kan waarnemen en men weet of er opnieuw bijgevuld moet worden. Het condensatie proces verloopt langzaam waardoor de olie gelijkmatig wordt gedoseerd. Het smeren van de machine met een dergelijke oliepot is eenvoudiger dan die met een kamer tussen de kranen.

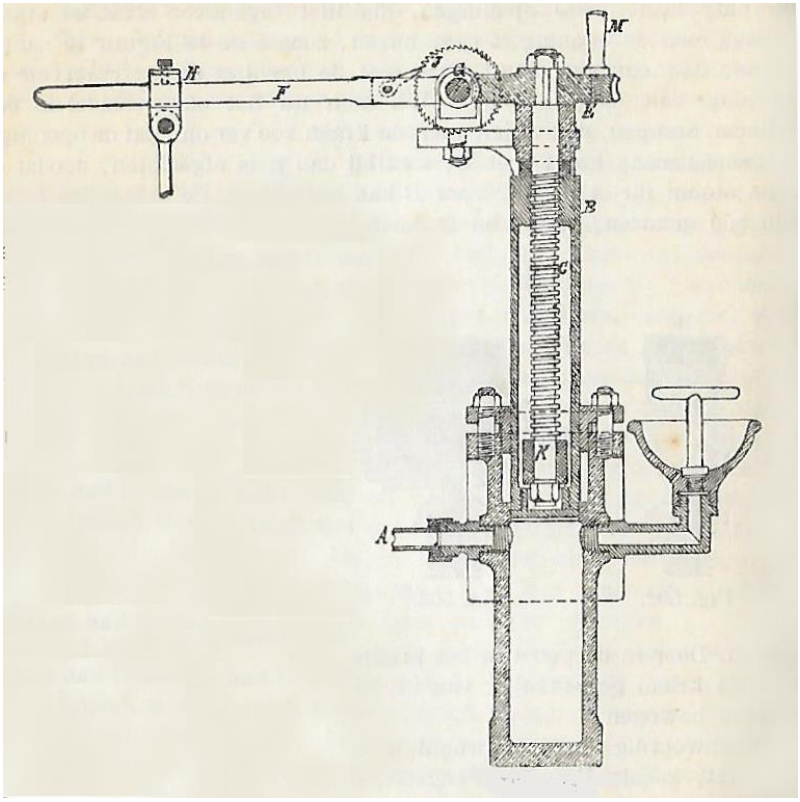


Oliepot KSB uitvoering (vloeistof verdrijving)

Doseersmeerapparaat (druk-smering)

Bij sommige oude stoommachines treft men een smeertoestel aan dat de olie met behulp van een door de stoommachiene zelf aangedreven plunjerpomp naar de smeerpunten perst. Dit gebeurt langzaam, regelmatig en in verhouding tot het toerental.

Het bedoelde en hier onder afgebeelde smeertoestel staat bekend onder de naam van Ritter en van Molenrup. In het oliereservoir wordt een plunjer naar beneden bewogen door de draaiing van een schroefspindel C in de aan de bovenzijde van de plunjer E bevestigde moer B. De schroefspindel is aan de bovenzijde voorzien van een wormwiel dat aangedreven wordt door de worm G die met het palwiel J een geheel vormt. De hefboom F, draaibaar om de as van de worm, verkrijgt door de stang bij H een op- en neergaande beweging en doet via een pal het palrad een of meer tanden verdraaien. Op deze wijze is de verplaatsing van de plunjer en daarmee de hoeveelheid smeerolie uiterst gering.

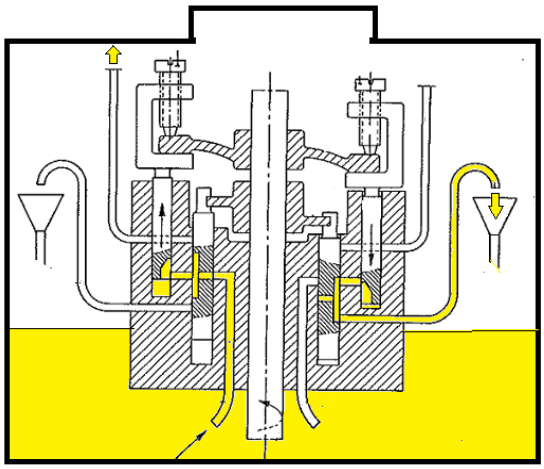


Smeertoestel van Ritter en Van Molenrup

De hefboom F wordt door de schuifstang of door de hefboom van een klep bewogen. Door de koppelstang bij H over de hefboom te verschuiven kan men de slag wijzigen en de hoeveelheid smeerolie regelen.
Om het toestel te vullen als de plunjer beneden is aangekomen sluit men eerst de leiding A naar de cilinder af, opent de plugschroef rechts, giet olie in de trechter en trekt vervolgens de plunjer E . Dit doet men door deze met behulp van handwiel M naar boven te draaien nadat de worm is ontkoppeld. De dienstdoende machinist kan aan de stand van de plunjer zien of er olie moet worden bijgevuld.

Druppelsmeerapparaat (druk-smering)
Een relatief modern cilindersmeerapparaat is die van Bosch. Dit druppel- smeerapparaat heeft voor elk smeerpunt een plunjerpompje ter grootte van nauwelijks een sigaret. Deze plunjers zijn naast elkaar met een bijbehorend bosschuifje rond een centrale as opgesteld. De beweging van de plunjers wordt ontleend aan een ronddraaiende gegolfde schijf die op de centrale as is bevestigd. Deze centrale as wordt op haar beurt weer aangedreven door de excentriek of machine-as. Het apparaat is zodanig ingericht dat met behulp van het bosschuifje per omwenteling een instelbare hoeveelheid smeermiddel naar het te smeren smeerpunt wordt gevoerd en eenzelfde hoeveelheid via een controle pijpje zichtbaar wordt gemaakt. Deze olie vloeit terug in het reservoir van het toestel en dient alleen om aan te geven dat het systeem functioneert. Met dit druppel-smeerapparaat is men in staat een groot aantal smeerpunten van een verschillende hoeveelheid smeerolie te

voorzien. Omdat er spaarzaam kan worden gedoseerd vindt er minder vervuiling van het condensaat plaats. Het apparaat moet op gezette tijden handmatig worden bijgevuld, hiertoe is een vuldop en een peilglas op het apparaat aangebracht.



Principewerking Bosch smeertoestel

Bosch smeertoestel in ir D.F. Woudagemaal

Op de aandrijfas van het toestel is een handwiel aangebracht. Hiermee kan men de goede werking van het apparaat bij stilstaande machine controleren. Ook kan men met behulp van dit handwiel de machine voorsmeren en de olie hoeveelheid naar de verschillende smeerpunten afstellen.