

suikerindustrie nauw verbonden nieuwe industrie, terwijl hare bestaansmogelijkheid, door het winnen van de bijproducten beendervet, voor zeep- en kaarsenfabrieken, alsmede voor zwavelzuren ammoniak, voor bemestingsdoeleinden, aanmerkelijk verbeterd werd. Omstreeks 1885 evenwel ontstond, tengevolge van de crisis in de suikerindustrie, eveneens een crisis in de beenzwartindustrie. De beetwortelsuikerfabrieken, door de omstandigheden gedwongen hunne productiekosten zooveel mogelijk te beperken, slaagden er in, het fabrikatieproces zoodanig te verbeteren en te vereenvoudigen, dat suiker van voldoende kwaliteit zonder aanwending van beenzwart kon worden vervaardigd. Om het voortbestaan van de tot dusverre bloeiende onderneming te verzekeren, werd in 1888 overgegaan tot de oprichting eener lijmfabriek, waartoe dezelfde grondstoffen als voor de beenzwartfabricatie benodigd zijn. Na het doorworstelen van talrijke moeilijkheden, kon zich ook deze tak der onderneming, dank zij het fabriceren van uitstekende producten, waarvoor in het binnen- en buitenland gereede afzet gevonden werd, in weinige jaren tot een belangrijken tak ontwikkelen.

Eenige jaren, nadat de beetwortelsuikerfabrieken ophielden verbruikers van beenzwart te zijn, nam de vraag naar dit artikel van de zijde der suikerraffinaderijen weer belangrijk toe. Het was namelijk gebleken, dat, welke voordeelen andere ontkleuringsmiddelen ook boden, geen van alle de eigenschap van beenzwart bezat, om behalve kleurstoffen, ook kalkverbindingen uit de suikersappen te absorbeeren. De onderneming werkt thans met ca. 200 arbeiders en vindt in de meeste industriële landen voor hare fabrieken, waarvan ca. het 7/8 deel geëxporteerd wordt, een geregelden afzet.

Utrecht, Mei 1928.

667.6(492)

DE VERF- EN VERNISINDUSTRIE

Uw geachte redactie heeft mij gevraagd, iets te zeggen over de Verf- en Vernisindustrie en wel, wat zij is en wat zij vermag. Gaarne voldoe ik aan dat verzoek, omdat ik het aan geen twijfel onderhevig acht, dat bij een overzicht van de Chemische Industrie in Nederland de Verf- en Vernisindustrie moet worden vermeld, maar tevens omdat ik van meening ben, dat onze industrie aan de chemische wetenschap veel heeft te danken en in de tijden die komen, de chemische wetenschap en de Verf- en Vernisindustrie elkaar steeds meer de hand zullen reiken, reden waarom een blijk van belangstelling bij het 25-jarig bestaan Uwer Vereeniging zeer op zijn plaats is.

Wanneer men zich echter voor de taak gesteld ziet om de geheele Verf- en Vernisindustrie te beschrijven en men die taak moet vervullen in een kleine plaatsruimte, dan realiseert men zich eigenlijk eerst goed welk terrein de Verf- en Vernisindustrie, die als een verzamelsnaam voor zeer uiteenlopende chemische bedrijven is te beschouwen, wel bestrijkt.

Is in de industrie van pigmenten op zichzelf reeds een zeer groote verscheidenheid van bedrijven werkzaam, bij de fabrieken, die zich bezighouden met de bindmiddelen als oliën, vernissen, droogmiddelen, enz., is dit evenzeer het geval. Wanneer men dan de

bereiding van de verschillende verven, als olieverven, lakverven enz. nog in aanmerking neemt, dan stelt men zich de vraag, waar moet men zijne beschouwingen beginnen. Ik zal mij dus moeten beperken tot een zeer algemeene beschrijving van hetgeen gaande is op dit gebied. Wat de industrie voor pigmenten betreft veroorloof ik mij, mij te bepalen tot de mededeeling, dat de Nederlandsche Zinkwit-Industrie zich de laatste jaren ontwikkeld heeft tot een wereldbedrijf van buitengewone capaciteit. Hare producten Zinkwit en Lithopone zijn zeer bekend en wat kwaliteiten betreft, is de fabriek niet alleen toonaangevend, doch het bedrijf neemt een zeer invloedrijke plaats in op de wereld, waartoe de voortreffelijke leiding zeker veel bijdraagt. De Loodwitindustrie van huis uit een merkwaardig Oud-Hollandsch bedrijf, wordt nog door twee fabrieken uitgeoefend en er valt niet te ontkennen, dat, ofschoon niet van een dusdanigen omvang als de Zinkwitfabriek, zij zich goed heeft gehandhaafd. Hare producten zijn zeer gezocht en alhoewel een groot deel van het gebruik aan witte verven zich verplaatst heeft naar andere witte pigmenten, blijft de vraag naar loodwit nog steeds levendig en is vooral het loodwit, dat rechtstreeks van water en loodwitdeeg tot olie en loodwitdeeg wordt verwerkt, van beteekenis.

Met de bereiding van *bonte kleuren* houden zich verscheidene fabrieken bezig en het mag hier gerust gezegd worden, dat hare producten als Chromaatgeel, Chromaatgroen, Zinkgeel, Zinkgroen en verschillende gekleurde pigmenten van voortreffelijke kwaliteit zijn. Ondanks de zeer moeilijke concurrentie van hoofdzakelijk Duitsche verffabrieken, die door hun jarenlange reputatie zeer sterk ingevoerd zijn, hebben de Nederlandsche bedrijven op dit gebied toch steeds veld kunnen winnen. De kracht van de concurrerende buitenlandsche bedrijven is wel hoofdzakelijk gelegen in het feit, dat verbruiker en producent op elkander min of meer zijn ingesteld, zoodat men wederkeerig geheel op de hoogte is van de voor een speciaal doel benodigde kwaliteit en de verbruiker veelal slechts het nummer van de benodigde verfstof heeft op te geven voor het werk, dat hij daarmede wenscht te verrichten. Dit geeft voor een industrie een groot gemak en een veilig gevoel, dat men voor moeilijkheden bij het gebruik gevrijwaard blijft. Het onderzoekingswerk van de Nederlandsche fabrieken en het toepassen van de verf in de laboratoria op de wijze, zooals bij de speciale verwerking geschiedt, zij het voor blikdruk, lithografie, linoleum of anderszins, vindt tegenwoordig meer en meer toepassing en dit werk zal niet weinig bijgedragen hebben tot de grootere ontwikkeling van deze industrie in ons land. Het groote voorrecht, dat onze Oostelijke naburen bezitten, van een zeer grooten kring van industriele verbruikers te hebben, door hun industrie van massafabrikaten, enz., enz., valt niet te ontkennen, maar ondanks dat is onze industrie steeds winnende, en verblijdend is wel, dat in het buitenland en vooral daar, waar vrije concurrentie mogelijk is, de Nederlandsche fabrieken zeker niet achtergesteld worden bij de buitenlandsche. De bijzonder gunstige positie bij de grondstoffen voorziening stelt de Nederlandsche bedrijven in de gelegenheid tot prijzen te fabriceren vaak onder die van de naburige landen.

Het spreekt vanzelf, dat nauwkeurigheid bij de

fabricage en het steeds bedacht zijn op nieuwe vindingen noodig is en ik geloof stellig, dat hierin de Nederlandsche fabrieken niet achter staan. De goede wetenschappelijke menschen zijn bij ons te vinden en ik ben er van overtuigd, dat vele mogelijkheden zich nog zullen bieden om deze industrie, waarbij veelal empyrie den boventoon voert, vooruit te brengen. Het niveau, waarop de Nederlandsche bedrijven zich bewegen, is zeker niet lager dan in het buitenland en het wil mij voorkomen, dat ernstig werk op speurgebied tot blijvend succes zal leiden.

De industrie van de *cyaanijzerverfstoffen* als Berlijnsch blauw, Miloriblaauw, Parijzerblauw of onder welken naam zij mogen voorkomen, wil ik afzonderlijk noemen wegens haar speciaal karakter. Deze waardevolle verfstoffen worden in eenige fabrieken in ons land gemaakt en met veel succes in groote hoeveelheden. De fabrieken in Nederland zijn voor dit artikel van beteekenis op de wereldmarkt en alhoewel de toestanden zich zeer hebben gewijzigd, zoowel wat de bereidingswijze als de afzetgebieden betreft (o. a. zijn de Vereenigde Staten, vroeger zeer belangrijk als exportland, geheel gesloten door de hooge rechten) kan deze industrie zich zeer goed meten met de buitenlandsche.

Deze gecompliceerde verfstof eischt een groote ervaring bij de bereiding, een ervaring, die de Nederlandsche fabrieken zich naar het schijnt zeer goed eigen hebben gemaakt, waarvan de regelmatige vraag naar Blauw van Nederlandsch fabrikaat moge getuigen. Ook hierbij is het zaak, dat de techniek en de chemie van het bedrijf niet achter blijven bij die der buitenlanders.

Ik wil tot slot het een en ander zeggen over een onzer oudste takken van bedrijf op dit gebied: de *Vernisindustrie* en daarbij meteen noemen de fabricage van bereide verven, als olie verven, lak verven, enz. Is dit nu chemische industrie?, zal men onwillekeurig vragen en ook ik heb mij vaak die vraag gesteld, doch hoe meer men in dezen bedrijfstak rondgaat, des te meer treden de chemische problemen naar voren. Niet alleen dat de chemie, in het bijzonder de colloïdchemie, verklarend optreedt bij vaak jarenlang waargenomen verschijnselen, doch de volledige kennis van de scheikundige inwerkingen der bijeengebrachte materialen is noodzakelijk voor het verkrijgen van een goed resultaat. Tal van vraagstukken liggen hier voor het grijpen om opgelost te worden, tal van empirische bereidingswijzen wachten op verklaringen en verbetering. Met de vernisindustrie houden zich in ons land een zeer groot, eigenlijk te groot, aantal fabrieken bezig. De versnippering van kennis is daardoor natuurlijk vrij groot. Een feit is echter, dat ons land een goede reputatie heeft en m. i. terecht. Na het vele, dat ik van buitenlandsche fabrieken gezien heb, is er alle reden om onze industrie als een der beste van de wereld te beschouwen. Licht het aan onze degelijkheid, dat de Nederlandsche Vernisfabrieken zooveel waarde toekennen aan het belegen zijn der vernissen; licht het aan de kundige standoliestokers, die zich in ons land bevinden, waardoor wij in staat zijn één der hoofdgrondstoffen voor vernis, de standolie op volkomen betrouwbare wijze te bereiden? Het is moeilijk het geheele complex van motieven van haar prominente plaats in dezen weer te geven.

Toch heeft de Nederlandsche Vernisindustrie een

zeer harden strijd te strijden. Meer en meer gaat men in het buitenland zelf tot bereiding van vernissen over en de industrieën daar worden vaak door hooge rechten beschermd. Dat de geweldige toepassingen in de groote industriële landen als Amerika en Duitsland enz., die voor hun massa-industrie groote hoeveelheden vernis gebruiken, voor de fabrieken daar een grooten steun zijn, valt weder niet te ontkennen. En het dient tevens gezegd te worden, dat het „research” werk, dat op dit gebied vooral in Amerika gedaan wordt, van veel beteekenis is. Men verlieze echter bij de waardeering van hetgeen bij ons gedaan wordt niet uit het oog, dat, al wordt bij ons niet zooveel gepubliceerd op dit gebied en al wordt wellicht nog veel volgens het recept der voorvaderen gewerkt, de producten der Nederlandsche fabrieken daarom zeker niet minder zijn. En ik heb mij juist wel eens afgevraagd of het vele onderzoekingswerk op verf- en vernisgebied in het buitenland juist niet zijn oorsprong had in de slechte resultaten, die oorspronkelijk met de inheemsche fabrikaten werden verkregen. Een feit is zeker, dat de voorlichting, die de buitenlandsche fabrieken, in het bijzonder de Amerikaansche, elkan- der door gemeenschappelijk onderzoek hebben gegeven, hun vak op een hooger plan heeft gebracht, maar men vergete niet, dat het daar ook veel meer noodig was om op een hooger plan te komen.

Want beschouw het schilderwerk bij ons en dat in Amerika of welk ander vreemd land ook, het is opvallend zooveel beter het eindresultaat ten onzent is en daar gaat het ten slotte toch om. Het is trouwens niets nieuws, dat er Hollandsche lakverven zijn van wereldvermaardheid en dat nog steeds de Hollandsche standolie als de beste ter wereld wordt beschouwd. Ik wil hiermede geenszins de waarde van het „research” werk in de Verf- en Vernisindustrie te kort doen en ik wil nog minder onze nationale industrie aansporen alles bij het oude te laten. Ik weet bovendien te goed welk goed werk er bij ons gedaan wordt bij het zoeken van nieuwe werkmethoden en verwerken van nieuwe grondstoffen. Zoo heeft met name de toepassing van Chineesche houtolie in vernissen ten onzent ruimschoots ingang gevonden. Wat ik met het bovenstaande heb willen zeggen is, dat ook hier weer de groote ervaring, gepaard met goed wetenschappelijk werk ons zeer ver zal kunnen brengen. Er is natuurlijk op dit gebied steeds vernieuwing en soms verbetering, doch zonder ophef kan wel verklaard worden, dat wat onze industrie hier te zien geeft, zeer bemoedigend is. In dit verband zou ik weder willen wijzen op het groote nut van de chemische wetenschap voor deze industrie op een ander gebied. De duurzaamheid van de vernis en verflagen dient steeds opgevoerd te worden en de bestudeering van de problemen waardoor een verflaag te gronde gaat is van het grootste belang.

Dat de verffabrieken hier te lande, althans die van voldoende omvang, om het zich te kunnen veroorloven, zich met de wetenschappelijke problemen bezig gaan houden, is zeer goed gezien en rechtvaardigt de verwachting, dat de Nederlandsche Verf- en Vernisfabrieken haar plaats zullen weten te handhaven.

Ik ben mij bewust beknopt te zijn geweest, doch ik meen, althans voor die van uw lezers, die niet in dagelijksche aanraking met de verf- en vernisindustrie zijn, toch iets te hebben gegeven, waardoor de niet

onbelangrijke plaats, die deze tak van bedrijf inneemt, hun is gebleken.

Zaandam, Mei 1928.

M. J. SCHOEN,

667.8(492)

KON. LAK- EN JAPANLAKFABRIEKEN
G. W. SIKKENS & Co., GRONINGEN.

Olie + hars + verdunning + droogstoffen = lak. Het klinkt eenvoudiger dan 't is. Ondanks een tamelijk strenge specialisatie is ons aantal lagermerken niet minder dan 150; deze soorten zijn alle weer — voorloopig — de laatste van een lange reeks, waaruit ze zich in den loop der jaren hebben ontwikkeld; kleine verbeteringen worden nog dagelijks aangebracht, terwijl nu en dan geheele groepen door nieuwe vindingen worden gerevolutioneerd en geleidelijk aan afgedankt. Het aantal combinaties, dat het inderdaad tot praktisch gebruik heeft gebracht, zal dan zeker ook in de duizenden loopen; het aantal, dat het niet verder heeft gebracht dan het laboratorium, mag gerust $10 \times$ zoo groot worden aangenomen.

Op 't eerste gezicht lijkt het onbegrijpelijk, dat in betrekkelijk maar een klein aantal grondstoffen zoo veel mogelijkheden tot variatie zitten; immers: als olie worden praktisch vrijwel uitsluitend gebruikt: lijnolie en houtolie. Als hars komen feitelijk uitsluitend in aanmerking: fossiele, — onder den naam copal — als Kauri, Congo; recente als damar, colophonium en haar veresteringsproducten: kalhars en glycerinehars („ester gum”); als derde groep sinds eenige jaren synthetische producten van het bakeliet- en cumaron-type. Voor verdunning worden gebezigd terpentijn en een petroleumdistillaat met ongeveer hetzelfde kookbereik („white spirit”). Als droogstof komen slechts in aanmerking zouten van lood, mangaan, cobalt, terwijl voor zeer speciale doeleinden nog andere in minimale kwantiteiten worden gebruikt.

Wanneer men echter bedenkt, dat de eigenschappen van het eindproduct zeer sterk afhangen niet alleen van den aard en verhouding van olie, hars en verdunning, doch ook van de temperatuur, waarbij de oplossing van de hars plaats vindt (tusschen kamertemperatuur en 360°C.), van den tijdsduur gedurende welke doorverhit wordt, van de verhouding en het totaal quantum der droogstoffen en van de temperatuur waarbij en de snelheid waarmee deze worden toegevoegd, van het materiaal, waaruit de ketel is gefabriceerd en tientallen schijnbare kleinigheden meer, dan wordt duidelijk, dat een onnoemelijk aantal producten mogelijk is, waartusschen het onderscheid vaak zeer subtiel, maar toch voor de verbruikers hoogst belangrijk is. Door het ontbreken van elken wetenschappelijken grondslag en — in verband hiermee — van elke objectieve informatie berust de lak-industrie waarschijnlijk meer dan eenig ander bedrijf op overlevering en langjarige ervaring; en dat de ontwikkeling „niet bij jaren, maar bij eeuwen wordt geteld”, kan den insider niet meer verbazen.

Ons bedrijf heeft zich ontwikkeld, zooals in den aanvang als onvermijdelijk geschetst werd; ervaring werd gestapeld op ervaring en door het conservatisme van den verbruiker kon zelfs de beste vinding het tempo van de ontwikkeling niet noemenswaard versnellen.

In 1792 gesticht, is het bedrijf allengs gegroeid tot den huidige omvang; het heeft geprofiteerd van den goeden naam, die Hollandsche lak in het buitenland bezit — en heeft er toe bijgedragen.

Maar in plaats van op hare lauweren te rusten, is zij voortgegaan met aan het laboratoriumwerk de grootste aandacht te besteden en te trachten verbeteringen in bestaande producten aan te brengen en nieuwe te vinden.

De eerste producten der firma werden gestookt in een soort hol in de oude Groningsche vestingwallen; na een verblijf in de binnenstad werd in 1903 buiten de stad een moderne fabriek gebouwd; de handel in droge verfwaren, die men nu nog als onderdeel van de meeste lakfabrieken in ons land aantreft, werd aan den kant gedaan, teneinde alle aandacht aan de lakken te kunnen geven; in 1925 werd een verdieping opgezet en moderne laboratoria werden bijgebouwd. De omzetcijfers (fig. 1) geven een zuiverder beeld



Fig. 1.

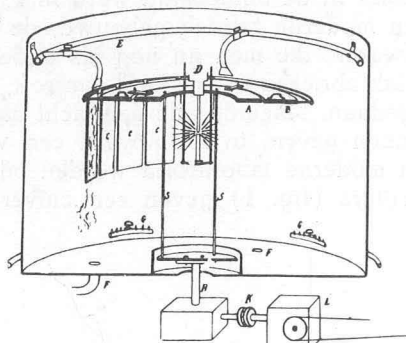
van de gezonde en geleidelijke ontwikkeling van het bedrijf — met uitzondering der oorlogsjaren en 1925 werd elk jaar sedert 1908 (het eerste jaar, waarvan een statistiek aanwezig is) een grooter quantum omgezet dan in het voorgaande; de voortgezette stippellijn geeft de richting aan voor het loopende jaar, opgemaakt uit den omzet in het eerste kwartaal, vergeleken met dezelfde periode in voorgaande jaren.

Waar de grootste verschillen tusschen de eindproducten meer hun oorzaak vinden in de bereidingswijze dan in de samenstelling en daarenboven de grondstoffen chemisch slechts gebrekkig definieerbaar zijn en gedurende de bereiding belangrijke, grootendeels nog onbekende wijzigingen ondergaan, is het begrijpelijk, dat zuiver chemisch onderzoek in het laklaboratorium slechts een ondergeschikte rol speelt, voorzover het de lakken zelf betreft — voor de beoordeeling der grondstoffen geldt dit uit den aard der zaak niet.

Meer en meer worden de pogingen tot chemische lakanalyse dan ook vervangen door fysische waardebepalingen, m. a. w. de pogingen, om uit de samenstelling de geschiktheid van een lak af te leiden, zijn opgegeven en getracht wordt nu fysische methoden uit te werken, die een idee kunnen geven omtrent het gedrag van de producten in de praktijk. Behalve bepaling van droogtijd, hardheid, enz. spelen de metingen van elasticiteit, adhesie, vochtabsorptie en doorlaatbaarheid, glans, enz. nu een belangrijke rol bij de waardeering van een lak, voordat definitieve praktische proeven worden genomen. Ook de meting van de duurzaamheid is aanmerkelijk versneld. In plaats van de traditioneele schutting hebben wij nu

in gebruik lange rekken, waarop proefplanken, ijzers en paneelen bevestigd worden, gericht naar het Zuiden onder een hoek van 45°. Deze opstelling, gecombineerd met kunstmatige besproeiing, bevordert de verwerking in zoo sterke mate, dat nu de zomermaanden (Juni—September) voor een beoordeeling ruim voldoende zijn, terwijl vroeger hiermee eenige jaren gemoeid waren.

Nog snellere resultaten trachten wij nu naar Amerikaansch voorbeeld te verkrijgen met een z.g.n. verweringstank (fig. 2), waarin getracht wordt door de



C proefpaneeltjes; D lichtbron; E watertoevoer; G gastoevoer; H K L aandrijving voor rotatie in 30 min.; separaat-installatie voor plotselinge afkoeling.

Fig. 2.

afwisselende inwerking van ultraviolet licht, vocht, warmte, temperatuurswisselingen enz., de normale weersinvloeden in uitwerking te imiteeren, doch in kracht geweldig te overtreffen.

Groningen, Mei 1928.

621.513.01

IETS OVER H.D. COMPRESSOREN.

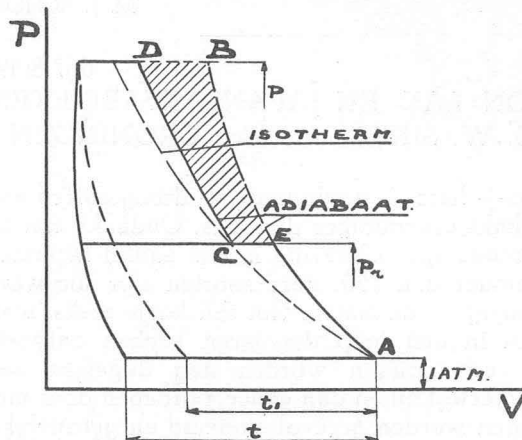
Indien men tot in de finesses van de werking van H.D. compressoren zou doordringen, zou daarmee een boekdeel te vullen zijn. Gezien de beschikbare ruimte hiervoor in dit blad, kan men slechts een zeer oppervlakkig overzicht verwachten.

Wanneer men lucht of andere gassen van atmosferische spanning tot een hoogen druk wil comprimeeren, zal men dit nimmer in één cylinder doen. In de eerste plaats zou de temperatuur veel te hoog worden (wat voor *lucht*compressoren zeer gevaarlijk is met het oog op het vergassen van de smeerolie in de cylinders) en ten tweede zou de schadelijke ruimte in den compressorcylinder practisch nihil moeten zijn, wat constructief voor een machine voor practische doeleinden onuitvoerbaar is.

Neemt men aan, dat men b.v. tot 100 atm. in één cylinder zou willen comprimeeren en dat de schadelijke ruimte hierin 1 % bedraagt (wat reeds zeer klein is), dan zou de druk aan het eind van den zuigerweg tot 1 atm. geëxpandeerd zijn, zoodat gas van atmosferische spanning niet zou kunnen toetreden, m. a. w. de compressor zou totaal niets leveren. Hieruit ziet men dus, dat het comprimeeren van gas tot hoogen druk noodzakelijk in meerdere treden moet geschieden.

Uit bijgaand p.v. diagram is te zien, dat men bij comprimeeren in 1 trap slechts een toelaat t_1 heeft, tegenover den grooteren toelaat t bij comprimeeren in 2 trappen. In het eerste geval zal men bij eenzelfde

capaciteit en gelijk aantal omwentelingen, of een grooter L.D.zuigeroppervlak noodig hebben, met als gevolg hiervan grootere krachten op het drijfwerk,



bijgevolg zwaardere constructie, of men zal den slag grooter moeten maken, waardoor men evenwel een ongunstige zuigersnelheid krijgt.

Wat mede van groot belang is, is het benodigde arbeidsvermogen. Was men in staat isothermisch te comprimeeren, dan zou het benodigde arbeidsvermogen kleiner zijn dan bij adiabatische compressie. De werkelijke compressielijn in het diagram zal de adiabaat dicht benaderen.

Comprimeeren we nu in meerdere trappen, dan heeft men de gelegenheid in den tusschenkoeler het gas af te koelen (liefst tot op de begintemperatuur) en men perst in den volgende cylinder een kleiner volume gas samen. De lijn AB stelt de compressielijn voor bij comprimeeren in 1 cilinder, de lijn AECD die bij comprimeeren in 2 cylinders. Het gearceerde oppervlak geeft het bespaarde arbeidsvermogen aan.

Het is dus van groot belang, dat de constructeur zorgt voor een goede koeling. Is men in staat het gas terug te koelen tot op de begintemperatuur, dan trekt men ook het meeste profijt van het comprimeeren in meerdere treden. Heeft men in de cylinders gelijke begintemperaturen en gelijke eindtemperaturen, dan volgt uit de formule

$$\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^{\frac{K-1}{K}}$$

dat ook de drukverhoudingen gelijk moeten zijn. Hieruit verkrijgt men dus, dat de tusschendruk $Pr = \sqrt[p]{P}$ moet zijn bij comprimeeren in 2 trappen en $Pr = \sqrt[n]{P}$ bij comprimeeren in n trappen, indien P de eindspanning en de aanzuigingspanning 1 atm. is. Tevens brengen gelijke temperatuurverhoudingen met zich mee, dat ook de arbeid in iederen cylinder dezelfde is, wat met behulp van de arbeidsformule

$$A = \frac{K}{K-1} p_1 v_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{K-1}{K}} - 1 \right]$$

te bewijzen valt. Het voordeel van gelijken arbeid per cylinder is van groot belang voor een gelijkmatigen gang der machine. In het algemeen comprimeert men in één cylinder ten hoogste tot 6 atm. absoluut. Voor een goede koelwerking is het noodig, dat de koelers goed toegankelijk zijn, opdat men ten allen tijde het vuil, dat zich op de pijpenbundels mocht verzamelen, kan verwijderen, aangezien het vuil een goeden warmteovergang ten zeerste schaadt.

De constructieve uitvoeringen van H.D. compres-