

1584

elleg. F. C. Beermink
vitamine A.

Alleen bereiding van het provitamine is beschreven
Doel blijkt bijmenging in margarine te zijn.

Verslag geeft een zeer vluchtige indruk, lijkt op werken
naar "met voldoende" toe.

Verscheid tussen adsorptie en absorptie is niet bekend.
Begrip stromende tabletten ook niet.

Berekening siccogel drogers: de verhalering op pag 17 is
beslist onjuist, omdat de droger "leeg gewicht" niet zal
worden. zie elders

Doort en kwachtheid siccogel spelen in berekening geen rol.
Spuitjes van 6-8 mm sch = 2,0-2,8 mm zijn vrij behalve
klein voor een dergelijke droger.

De berekening van het droogverval (volgens een onbekende formule,
en zonder vermelding of berekening van R_e) is op het vgl een de
zeer lage kaart mitgekomen.

176. 10³ kcal/hr

1000

176 kg / 1000 hours

De bereiding van β -caroteen (provitamine A)

Mej. F.C. Beermink

Augustus 1956.

hoeveel zit er
oorspronkelijk in?

reactie?



Overzicht van de verschillende processen.

Men kan de bruikbare processen voor de winning van β caroteen uit palmolie in twee groepen verdelen.

De eerste groep, waartoe deels de oudste methoden behoren, bevat de processen volgens welke de scheiding van de olie en het daarin aan wezige caroteen wordt uitgevoerd, nadat eerst de olie is verzuurd. De onvertelbare rest wordt geëxtraheerd met een oplosmiddel voor caroteen. Bij deze methoden verkrijgt men dus teep als bijproduct.

Volgens de processen van de tweede groep is het mogelijk het caroteen dadelijk uit de olie te extraheren. Hierbij blijven de glyceriden dus intact, zodat in de meeste gevallen de olie beschikbaar blijft voor verwerking voor consumptie doeleinden.

Een korte beschrijving van enkele processen zal nu volgen.

Extractie door vertekping. (lit 1)

De ruwe, ongeraffineerde olie, die nog het provitamine bevat, wordt behandeld met een geconcentreerde kaliloop. De kerp, die vrijwel waterrijg is, wordt daarna behandeld met een geschikt oplosmiddel.

De vertekping duurt ongeveer een uur bij 60-70°C. Bij verhuen wordt in een dik stof atmosfeer gewerkt, tenzij soms een katalysator als β naphthol aanwezig is. Als oplosmiddel voor het caroteen wordt petroleum ether gebruikt of aalton, tenzij de beste rendementen worden verkregen met chloor- of waterige oplosmiddelen, vooral dichlooraethaan. Na indampen van de caroteen oplossing in vacuüm houdt men een wasachtige massa over die \pm 20% caroteen bevat. Er zijn ook nog een klein gedeelte van de glyceriden aanwezig. Het rendement van de extractie is met dichlooraethaan 70-75%. Men kan daarna het caroteen omkristalliseren met verschillende oplosmiddelen.

Er zijn echter verschillende moeilijkheden bij dit zo eenvoudige schijnende proces. Eerstens krijgt men zonder voorzorgsmaatregelen een klonderige kerp, die zeer moeilijk te extraheren is. Men vertrekt zo b.v. in vacuüm om de waterdamp die ontstaat dadelijk af te voeren of voegt water ontstekkende middelen toe (3)

Volgens een ~~recent~~ artikel van "Le Carotène Français" stroomt men ook wel de

fijn gemalen, droge reep op het oppervlak van het oplosmiddel, waarboven men een mist van fijne druppeltjes oplosmiddel sproeit. Men krijgt zo een effectieve extractie.

Vervolgens krijgt men alleen met chloorbevattende oplosmiddelen een behoorlijk extractie rendement. Maar deze chloorverbindingen geven een afschuwelijke geur aan het caroteen concentraat, die het gebruik ervan haast onmogelijk maakt. De reep deuslotte is niet erg waardevol omdat de geel blijft gekleurd.

Daarop staat dat de overneembare concentratie zeer stabiel is omdat het bij de gehele hoeveelheid antioxidans van de olie bevat.

betreft mit?

Extractie met absorptie middelen.

Voor de ontkleuring van olie voor gebruik in de voedingsmiddelenindustrie gebruikt men reeds lang een absorberende aarde of actieve kool. Men verhit hierbij onder roeren in vacuüm tot $120-130^{\circ}\text{C}$ de olie met het absorptie. Het is begrijpelijk dat men getracht heeft op deze wijze aan de ene kant een eetbare olie te maken, en anderzijds, na geschikte extractie van de aarde, een caroteenrijk concentraat te verkrijgen. Ongeplukterwijs leidt de operatie, niet gevoerd onder deze condities, slechts tot een caroteen isomerisatie, zodat een concentraat zonder enige biologische waarde ontstaat.

Via een analoog procedé, maar onder zeer verschillende condities, heeft men de scheiding gerealiseerd.

Volgens Kanfmann [5] kan men de olie, opgelost in CS_2 langzaam filteren over volders aarde, die men eerst voorbehandeld heeft. Door indampen van het filteraat krijgt men een helder gele olie. De voldersaarde wordt gereinigd met aceton. Na verwijdering van het oplosmiddel blijft een dieprode caroteen oplossing over.

Volgens Boldingh [6, 7] kan men voor de caroteen extractie een chromatografie kolom, gevuld met Norit gebruiken, die van de voren is behandeld met hydrochinon of reducerende hete gassen.

Dit laatste proces zal later nog uitvoeriger worden beschreven.

Extractie door selectieve oplosmiddelen.

Hiervan worden verschillende oplosmiddelen gebruikt die slechts het

carotenen (en wettelijk de verwante kleurstoffen) oplossen en niet de olie zelf. Het Sodenal proces [9] - gebruikt vloeibaar propaan voor de behandeling van carotenen bevattende oliën, met het doel een olie fractie te krijgen rijker aan provitamine A.

Met moet echter een behoorlijk hoge verhouding oplosmiddel gebruiken t.o.v. de olie, in het geval van palmolie - propaan is de verhouding $1:10$ en kan nadere tot $1:30$ of $1:100$. Verder moeten de proces omstandig-

Mixtuur

heden bestaan het oplosmiddel in de vloeistof ^{of staat} de handen.

Er zijn behalve propaan nog andere oplosmiddelen mogelijk; allen van behoorlijk aard soort als koolwaterstoffen. Men kiest bij voorkeur die, welke gasvormig zijn bij kamertemperatuur, omdat zij dan gemakkelijk te scheiden zijn van de olie. De verzadigde koolwaterstoffen vormen een belangrijke groep, om hun niet te vliegen en hun behoorlijk lage prijs. Propaan is bijzonder geschikt voor dit proces.

Het procedé, zoals het door Kellogg wordt beschreven, geeft echter slechts alleen een verdubbeling van de concentratie carotenen in olie. Dit nu is niet voldoende om carotenen met de kristallijnen, of zelfs om van medische doeleinden te worden gebruikt. Er moet dus steeds een andere scheidingsmethode op volgen.

Weg
kan
wel

Furfural kan ook gebruikt worden voor een selectieve extractie van oliën [9] waarbij worden de verzadigde glyceriden gescheiden van sterk onverzadigde. Als men palmolie behandelt met furfural krijgt men twee fasen: een oplossing van furfural in de verzadigde en monoverzadigde glyceriden en een oplossing van polyoverzadigde glyceriden in furfural. Deze laatste bevat ongeveer 10% van de totale hoeveelheid olie. De rijpe nestunen als ook de onwaxbare rest ^{geest} groothedels ook over in deze laatste fase.

De optimum hoeveelheid furfural die nodig is om een maximum aan carotenen te extraheren is ongeveer 15 à 20 maal de gebruikte hoeveelheid vet. Bovendien verkrijgt men met dit proces slechts een driedubbele concentratie van het carotenen, zodat ook hier geen direct bruikbaan concentratie wordt gemaakt.

idem

Tusselste kunnen nog enkele processen worden genoemd, die wel zijn gepatenteerd, doch welke naast een concentrering van het carotenen ook een bromerisatie ^(tot biologisch inactief carotenen) van geven, zoals uit latere onderzoeken is gebleken [10],

Zodanig geen, of nog geen waarde bezitten.

Hieronder valt de moleculaire destillatie van palmolie [11]. Men werkt bij een druk van 10^{-3} - 10^{-4} mm Hg druk en temperaturen tussen 190 - 255°C .

Deze temperaturen zijn te hoog voor het zeer kwetsbare β -caroteen. Een recent artikel [12] noemt een dergelijk proces waar aan de destillatie een alcoholijze voorafgaat, zodat lagere temperaturen kunnen worden gebruikt.

(Vervolgens) is er een jodium methode gepatenteerd, waarbij β caroteen wordt geprecipiteerd met jodium. Hierbij blijft α caroteen in oplossing.

Om het β caroteen terug te winnen wordt het neerslag behandeld met Na thio sulfonaat [13] maar er is sindsdien bewezen dat onder deze omstandigheden het β caroteen wordt omgezet in iso caroteen of di-hydro- β caroteen, zonder biologische waarde.

Ook bij de precipitatie methode met ureum [14], waarbij de glyceriden onoplosbare additie producten geven met ureum en de carotenoiden in oplossing blijven, is het twijfelachtig of tijdens de verschillende bewerkingen geen isomerisatie van het caroteen zal optreden. Over dit proces is nog niet veel bekend.

De grondstof. [15]

Palmolie (of beter palmvet) wordt gewonnen uit het vruchtvlies van de oliepalm (*Elais guineensis*). De olie heeft een donkerrode kleur en smelt bij 27 - 30°C . Men moet hem niet verwarren met het palm-pittenvet, dat afkomstig is van de kernen van de olie palmvruchten.

Dit laatste vet heeft een geheel andere samenstelling, smelt bij 25°C en is wit-geel van kleur. Palm-pittenvet wordt hoofdzakelijk tot zeep verwerkt, terwijl palmolie een belangrijke grondstof is voor de margarine industrie.

Palmolie is voornamelijk afkomstig uit Afrika (Belgische Kongo o.a.), Sumatra en ook Malakka. De winning geschiedt meestal als volgt:

In een grote steriliseerkegel worden de ge oogste bossen met de zoveel mogelijk ongekneusde vruchten gedurende een uur bij 120°C gesteniliseerd.

Nadat de vruchten met de bossen zijn gedorst roert men ze stuk in roer ketels en daarna pers^{en} men in grote hydraulische knippen het

Bevrijden?

vuchtvlies niet. De pitten worden van de pulp gescheiden voor de winning van palm pitten vet, de ruwe, donkerrode olie wordt na bezinking gefiltreerd en opgeslagen in tanks voor verzending.

In 1939 werd een wereldproductie van 510 000 ton ruwe palmolie bereikt.

Over de samenstelling van de ruwe palmolie is het volgende bekend:

Het gehalte aan vrij vetzuren hangt af van de wijze van de winning en is bij de moderne winnings methoden < 5%.

De glyceriden zijn voornamelijk opgebouwd uit palmitine zuren en olie zuren. Als gemiddelde waarden voor de zuren is gevonden:

- 1% myristine zuren
- 40% palmitine zuren
- 5% Stearine zuren
- 1% palmitoleine zuren
- 45% olie zuren
- 8% linolzuren

Het onverzepbare gedeelte van het vet bedraagt ongeveer 1%.

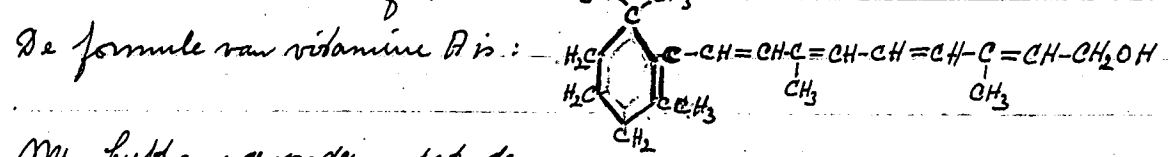
Hierein bevinden zich phyto sterolen, waarvan alleen bekend is dat zij een smelt punt van 136-137°C hebben. Ook is een was alcohol met 30 koolstof atomen in een smelt punt van 85°C geïdentificeerd.

De onverzepbare rest bevat ten slotte ook de rode kleurstof van de olie: caroteen. Palmolie bevat 0,11% caroteen, hoofdzakelijk β caroteen in $\pm 30\%$ α caroteen. Ten slotte komt nog weinig xantho phyl in lixopeen voor, aan het caroteen verwante kleurstoffen.

Palmolie heeft een typische viooltjes geur, afkomstig van sporen ionaar, een oxydatief afbraak product van caroteen.

Vitamine A en de carotenoiden.

In de natuur komt vitamine A niet voor in het plantenrijk; het wordt wel in dierlijke organismen gevonden en men vindt het met de leverolie van verschillende vissoorten. Men heeft het weten met kristalliseren in het vitamine snelt dan bij 64°C.



Men heeft nu gevonden dat de aanwezigheid van β -caroteen in het voedsel kwalitatief dezelfde invloed uit oefent op het dierlijk en menselijk organisme als vitamine A. Het is gebleken dat in het dierlijk organisme β caroteen in vitamine A wordt omgezet.

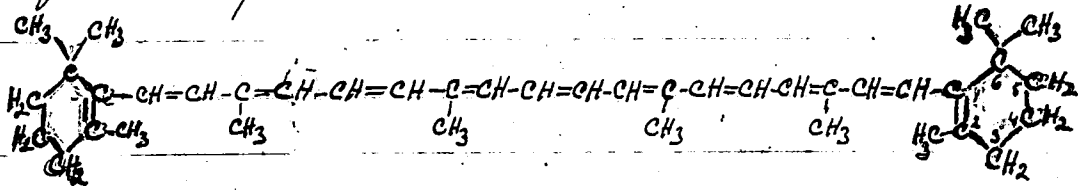
Het β caroteen is dus als het "pro-vitamine A" te beschouwen.

Een volwassen mens heeft dagelijks 1 mg vitamine A nodig of 5 mg β caroteen.

Zowel vitamine A als caroteen zijn oplosbaar in olie en vetten, in benzol, chloroform en zwavelkoolstof.

Er zijn drie isomere carotenen bekend: α , β en γ caroteen.

De formule van β caroteen is:



Het α caroteen heeft in de rechte ring de dubbele binding op de 1-6 plaats, terwijl bij het γ caroteen de rechte ring op de 1-6 plaats is doorbroken.

In het dierlijk organisme wordt β caroteen hydrolytisch gesplitst in twee moleculen vitamine A of axerophitol. Het α -en- γ -caroteen zijn biologisch inactief en kunnen het vitamine A niet vervangen.

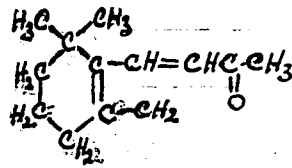
Het β caroteen kristalliseert in donkerrode blaadjes en smelt bij 184°C .

zie boven

Het komt vooral voor in palmolie naast α caroteen, n.l. 60-70% β caroteen, 30-40% α caroteen. Ook in wortelen komen carotenen voor.

De carotenen zijn zeer oxydatie gevoelig als gevolg van de sterke onverzadigdheid der verbindingen. Zij worden reeds door lucht zuurstof geoxydeerd.

Het β caroteen vormt zo o.a. β -ionon: dat de typische viooltjes geur aan palmolie geeft.



Het β caroteen is ten slotte zeer temperatuur gevoelig. Bij hogere temperaturen dan 50 à 60°C treedt isomerisatie op (via een verschuiving van een dubbele binding) tot het biologisch inactieve α -caroteen. [16]

De identificatie en bepaling van β caroteen kan spectroscopisch, geschieden [16]. De biologische activiteit wordt vaak bepaald met behulp van dierproeven.

Caroteenwinning uit palmolie door absorptie aan Norid.

Einde een geconcentreerde β caroteen oplossing in olie te verkrijgen, waaruit eventueel m. b. v. organische oplosmiddelen het caroteen kan worden gehistalliseerd, dient men een scheiding te weeg te brengen tussen de glyceriden en het caroteen. Uit de verschillende bekende processen werd de absorptie in een Norid kolom gekozen, uitgaande van ruwe palmolie als grondstof.

Voor de keuze van juist dit proces en deze grondstof kunnen de volgende argumenten worden aangevoerd.

1. Keuze van de grondstof.

Zoals reeds eerder aangekijpt, komt het vitamine A zelf slechts voor in dierlijke weefsels als vislevers. Het provitamine, β caroteen, wordt in het plantendijk aangetroffen, waar palmolie een rijke bron van dit vitamine is. Daarom in de toekomst algemeen in toenemende mate het accent zal vallen op plant aardige grondstoffen en in het bijzonder geval van palmolie de ontginning van grote gebieden in Afrika vooral en in Malakka goede vooruitzichten biedt voor de palmolie productie, lijkt een grotere aandacht voor deze bron van het vitamine wel gegronnd.

2. Keuze van de extractie methode.

De voorkeur voor een directe extractie van de olie zonder voorafgaande verzeeping berust op de overweging dat de prijs van het, toch al niet zeer waardevolle, bijproduct zeepspolder van het verzeepings proces, in de toekomst zeker steeds meer zal dalen.

Het gebruik van en de productie van synthetische zeepen neemt steeds toe en het is bekend dat in de olie- en vette-omsmerkende industrie reeds gezocht wordt naar een nieuwe toepassings mogelijkheid van afvalvetten, welke waarschijnlijk in de richting van de productie van hoogmoleculaire alcoholen met de reukuren zal liggen. Het moet daarom wel belangrijk zijn de palmolie zelf te behouden voor consumptie doeleinden, daar een synthese van eetbare oliën voorlopig ^{nog} niet mogelijk schijnt te zijn.

De extractie met selectieve oplosmiddelen geeft een te geringe concentratie van het caroteen, zoals reeds eerder werd opgemerkt.

Er blijft dus de keuze tussen absorberende aardse en actieve kool over voor het absorptie proces. Over het eerste absorberend is niet veel bekend, dewijl juist

de werkzaamheid van Natrij Pe III in ziele geval den de indelers
Muller en Smoot [10], zij het op laboratorium schaal, is indelers de
koning.

VanStokke kan mij een synthetische heiding van het normale geslacht
worden, ~~het~~ door Philips - Rome de Worp - Sinds het toegepast.
An den moeilijke en kostbare synthese, waarbij o.a. een Reformatorische
reëtic technisch moet worden uitgesteld, is jammere genoeg zelfs mij
gehuut niets gepubliceerd.

Maar het
is een
ideaal met
dit
hiërarchie

Van de uitwerking van een proces voor caroten vinning via absorbtie
in een Natrij kolom, werd uitgegaan van het octon van VanLier
(Nos: 74349, 1954)

Dit proces leunt op een absorbtie van het caroten in een chromatografie -
kolom gevuld met Natrij Pe III, het typische product met zijn voor een die-
caroten behouding. Naart het caroten wordt ook verantwoord hulp ge-
brekend. Het is nu geboden dat, wanneer de Natrij mid van de voor van

Naar het is bereid, het caroten mid de die wordt vervingend, maar bij
elke van het absorbtie veld wordt nu geen biologisch actief organisme.
Aangezien het het caroten o.v.v. de vinning in omleiding metgeen.

Het schreef geeft nu methode van om de Natrij van de geaderende tem-
stof de bereidde o.a. met veldmiddelen als hydrochlorine opgezet in
een productie veld als deuren of alle, terwijl ook alle goede
kenners worden veldgeest. Gaarke licht men bij een temperatuur > 350°C
geenwater, N₂, O₂, CO of soom over de zijn koningkeel. Bij veldmen
past men temperatuur die tussen 400 - 500°C, veldre velding van de

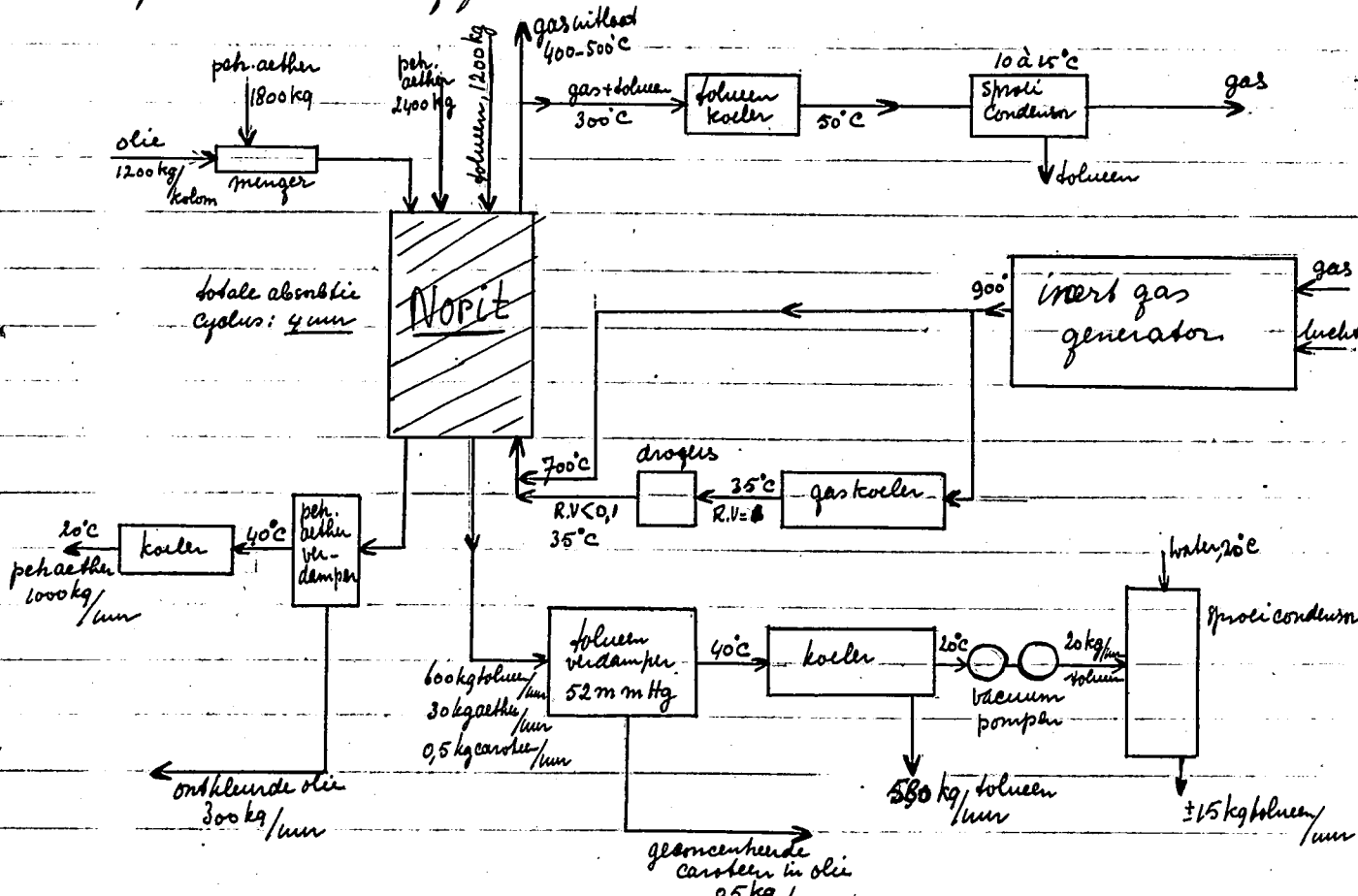
temperatuur geeft geen veld effect.
Den alle velding van veldgeest de het een beten absorbtie velding van
caroten, den het veldgeest. veldgeest wordt veldmen terwijl ook de absorbtie -
capaciteit van de het veld veldgeest als veldgeest van het veldgeest van de
absorbtie veldmenende veldgeest.

Ma de velding licht men veld die veldmen de caroten veldmen, over
de veld. Om de veldgeest de veldgeest van een velding van de veldgeest
Natuur veldgeest (omdat de caroten veldgeest is) maar men veldmen
de veld met een veldgeest, met elk veldgeest als veldmen veldmen
Maakt de veldgeest veldgeest veld. Het schreef veldmen de velding die: veld =)

met de kool in aanraking is gebracht, kan men eerst de kolom van vet bevrijden door na spoelen met een niet-eluerend oplosmiddel, bv. petroleumæther of aceton. Daarna moet men een geschikt elutie middel door de kolom. Geschikte elutie middelen zijn bv. aromatische oplosmiddelen als benzien, of toluen. Het is gebleken dat met toluen de elutie effectiever geschiedt dan met benzien. Door verwijdering van het elutie middel verkrijgt men het carsteen in behoorlijk ruwe toestand of in de vorm van een geconcentreerde oplossing in olie.

Men beseft van een dergelijk absorptie en extractie proces is natuurlijk dat de aanwezige hoeveelheden oplosmiddel ~~de~~ terug gewonnen moeten worden. Bovendien moet steeds de Nooit kolom geregenereerd worden. Dit alles maakt een serie gecompliceerde handelingen noodzakelijk. Anderzijds geldt hier met de mogelijkheid die zich bij de extractie van de overtrek bare rest van het verterings proces voordoet, waar het gebruik van chlor bevattende oplosmiddelen het contact met hand te maken door een bijzonder onaangename geur, zodat altijd meerdere malen moet worden omgekristalliseerd.

Met het genoemde octon als basis, werd nu een carsteen winnings proces uitgewerkt. De verduidelijking van de nu volgende proces beschrijving, is hier een proces schema weergegeven:



Verpogeld dient te weten dat alle gegevens in dit proces, vooral inhoud de gebruikte van het Nois moet na een pilot plant kunnen worden overgevoerd. Het gas heeft minimaal 10% water in de droogte en de andere dampfractie.

Het volume is gebaseerd op een capaciteit van 1200 kg suiker palmolie per Nois bakken, omdat een Nois span. laag gelaten van 2 meter laag en 1 meter breed. Het span. laag moet alleen een verdunding koppel; hoogte = 2:1 van Nois. Het span. laag is 2 x 1 meter, omdat de laag groter kolom laag onderontbreke kan worden opgesteld en studie middel moet gemaakt.

Op dit moment van 1,5 m³ in een Nois span. met 5.9 = 0.8, kan volgens het gemiddelde volume van 1/2 kg per Nois span. met die = 1200 kg per liter worden berekend.

Wanneer deze kolommen bereidings worden gebruikt in elke kolom voor het gebruik de studie - studie - regeneratie proces 4 uur nodig lucht, twee de eerste fase van de experiment van 1800 kg suiker palmolie per 1000 kg water. Bij een getal van 0.11% water in een rendement van de extractie van 80% (volgens schors), wordt per dag 4.2 kg water bereid. De dag. Van dit water kan lucht van 60-70% biologische activiteit.

Het proces is niet continue en wordt als volgt:

De olie wordt gemengd met een hoeveelheid phthalanathen van 1/2 maal het eigen gewicht = 1800 kg, om de viscositeit te verlagen. De olie in de andere fase wordt per. acten in het water, worden kanet mogelijk lucht met geland. m.b.v. niet gas om de acten van het water te verwijderen.

De olie phlossing wordt bereid in de kolom span. De kolom is gevuld met PCIII Nois, wanneer geen gegevens beschikbaar zijn. De kolom diameter is 30-40 cm, de Nois is van de vorm kunstvoeg gemaakt met lucht, niet gas.

Om de spanning van de Nois span. laag bereid in de kolom te verbeteren van de olie span. onder in de kolom, moet de gewenste condities van de Nois span. Deze hebben bij in de studie met de onderbreking van de Nois span. met Nois span. laag van 1000 kg. Het span. laag moet bereid in 2000, licht met de olie vullen. ^{Mit 1/2 (m.b.v.)} _{de kolom kan.} ^{is het ook te maken met de Nois span. laag?}

De onderbreking van de olie span. laag wordt afgevoerd in een tank, van waaruit het naar een phthalanathen span. laag wordt gepompt.

De olie wordt met de kolom gemengd met een hoeveelheid van 1400 kg phthalan acten, die in de studie wordt bereid. ^{de olie wordt bereid met 1000 kg phthalan acten?}

effectief mogelijk gebruik van het oplosmiddel te maken. Van dit gedeelte van het proces zal ook ca. $\frac{1}{2}$ uur nodig zijn. Langer
 Met beide tanks met oli - petroleum aether mengsels wordt nu zoveel mogelijk continue vloeistof naar de petroleum aether verdamp(er) gevond, welke dus per uur ca 1000 kg pet. aether moet verwijderen uit 300 kg oli. De pet. aether damp (40°C) wordt geleidelijk in benzine gevond naar de voorraad tank. De ontkleurde oli wordt opgeslagen of naar de margarine fabriek gevond.

Het is mogelijk dat er nog kleine hoeveelheden petroleum aether in de oli aanwezig zijn, maar de oli moet voor consumptie gebruik doch nog geraffineerd worden, waarbij o.a. van deodorisatie onder vacuum wordt stoomgedestilleerd bij temp $> 100^{\circ}\text{C}$, zodat dan zeker alle petroleum aether zal verdwijnen.

De kolom wordt hierna gedurende ca een uur geïllueerd met totaal 1200 kg tolueen, dat ook in kleine porties wordt rond gepompt. Aan de carot(en)-tolueen oplossing wordt in een wacht tank een weinig olie toegevoegd, omdat anders in de daarna volgende filmverdamp(er) moeilijkheden konden kunnen ontstaan door kristallisatie of verstopping.

Omdat bij alle bewerkingen waarbij β carot(en) is betrokken, de temperatuur niet hoger dan 50°C mag worden, moet de tolueen verdamping wel onder vermindert druk geschieden. Bij 52 mm hg heeft tolueen een kookpunt van 37°C . Wat moet is de te gebruiken druk?

De tolueen filmverdamp(er) heeft roterende bladen waardoor wegspattende druppels worden teruggevoerd op de verwarmings wand. In de verwarmingsmantel wordt water van 60°C blimen gevond, zodat het carot(en) concreet raakt in oli, dat naar beneden stroomt, moet een te hoge temperatuur kan krijgen. De verdamp(er) heeft een capaciteit van 600 kg tolueen/uur.

Het vacuum wordt tot stand gebracht door twee in serie staande vacuum-pompen die volgen na de tolueen condensator. In de pompen in de condensatie van het tolueen geen bezwaar.

Het weggepompte gas bevat een gemeentende hoeveelheid petroleum aether, dat n.l. nog aanwezig was in de Witte kolom voor de elutie begon. Wij hebben deze hoeveelheid geschat op 30 kg/uur in een hoeveelheid tolueen dus van 600 kg/uur, wanneer n.l. de film verdamp(er) continue tot de carot(en) oplossing in tolueen van beide kolommen verwerkt.

o foer!

Waarom
 dat
 dat gelijke
 verdamp(er)?

?

is is geen overmaat!

Wanneer de stroom met geleide tot 20°C, is de stroomdruk in de koker 28 mm, zodat de pechsteen atter, die viel bij een druk van 58 mm Hg als niet gas geleedt, niet aanwezig tot 30 mm Hg druk.

Als de vacuumpompe achter het kogelpompde gas was $\pm \frac{1}{2}$ deel ² nog uit stroom (d.i. ca 20 kg/l) was in de specimen en nog gedeeltelijke wordt teruggevoerd. De pechsteen atter is zo niet lang de binnen, omdat het nog een te lage partiele druk heeft.

Het gemeenschappelijke carben (95 kg/l) in die kan worden gebruikt om de te wegen aan manganine en van de productie van die dragies? ^(Waarom niet van de pompen?)

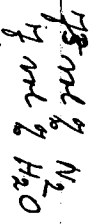
De Nooit komen komt nu en kanwelheid geagenteerde stroom, die eerst versuigd met water wordt. Op nieuw en kanwelheid carben kan worden gebruikt. Het met niet bij het laatste gegeven bij het of de Nooit van de stroom versuiging alleen reeds gebruikt is geworden voor een nieuwe operatie en elektrische, of dat ook een met met met met gas de temperatuur op 400 à 500°C met water gebruikt.

Wij hebben voor alle verhoudingen van de laatste operationele uitwerking.

De samenstelling is dat de Nooit met water wordt gehouden hebben wij product op 106 gram het positieve volume, d.i. bij een positief van 50 g > ca. 60 kg stroom per liter. De kanwelheid. stroom nu wordt met de deze stroom niet gas uitkomt, want het gas de Nooit gedeeltelijk aan op komst tot ca. 450°C.

De totale kanwelheid benut, metig voor versuiging en versuiging is 176000 kcal. Wij hebben gebruikt naar een dgas stroom van ca. een uur met die getelle van het proces. De gas stroom met dus een warme kanwelheid van 176000 kcal / uur kunnen afgeven bij een met de hoge snelheid, met anders op versuiging en versuiging van de Nooit kan worden met boven?

Wij hebben een kump niet gas generator geloten van de versuiging van die te gas. De bij het met een versuigings kamer, waarin een mengsel van gas en lucht wordt verbrand. Om een speciale versuiging gas - lucht te krijgen, kan men een niet gas veld bij een warmte praktisch geen temerhof van komt. De samenstelling van het gas is als volgt:



Het dauwpunt van het gas is 44°C, en de soortelijke warmte 0,346 kcal/m³.
 Het gas heeft een temperatuur van 900°C wanneer het de verbrandingskamer verlaat. Wanneer wij aannemen dat het bij het bereiken van de Noistoren nog een temperatuur van 700°C heeft, dan is een capaciteit nodig van:

$$\frac{176000}{300 \times 0,346} = 1760 \text{ m}^3/\text{uur bij } 900^\circ\text{C}$$

Waarom niet reguleren met stroom (a.v. oververhit) ?

Een gas generator met een dergelijke capaciteit nu is met de Kemp apparatuur niet te realiseren.

De toluen, die bij het begin van de opwarmperiode wordt verdampt, moet zoveel mogelijk worden teruggevoerd. Wanneer de verdamping een half uur in beslag neemt, zal tijdens de eerste 30 minuten het inert gas een molfractie van 0,07 toluen bevatten, d.i. een partiële toluendruk van 53mm Hg. Het gas zal daarom (zonder comprimeren) moeten worden afgekoeld tot beneden 37°C om de toluen te doen condensereren.

is dat economisch?

Wij hebben nu eerst het gas, dat een temperatuur van ca 300°C zal hebben, afgekoeld tot 50°C in een gaskoeler, waarna het diep put water van 10°C in een spruicondensator het grootste deel van de toluen zal condensereren.

Beneden in de condensator wordt automatisch de toluen laag van het water gescheiden.

De Noist kolom moet, na de verwarming tot 450°C weer worden afgekoeld met kuurstof vrij gas. Hiervoor wordt weer inert gas uit de generator gebruikt, dat nu eerst wordt afgekoeld. In een grote gaskoeler daalt de temperatuur tot 35°C. Bij deze temperatuur zal het aanwezige water in het gas gedeeltelijk condensereren, zodat het afgekoelde gas met waterdamp verzadigd is en teken gedroogd moet worden voordat het de Noistoren bereikt.

ohne!

Om twee, kunstlings nageschakelde, silica gel drogers, welke later beresend kunnen worden, wordt de relatieve vochtigheid vermindert tot < 0,1.

Het droge, afgekoelde gas wordt nu door de Noistoren gevoerd, om in ca een uur de kolom te kühlen tot ongeveer 40°C zodat deze nu gereed is om weer een nieuwe hoeveelheid caroteen uit palmolie te absorberen.

De vochtige silica gel kolommen worden gedroogd met een mengsel van heet gas (900°C) en gekoeld gas (35°C) waarvan de temperatuur ongeveer 150°C moet zijn. Een te hoge temperatuur schaadt n.l. de silica gel waardoor de absorptie capaciteit kleiner wordt. Wanneer de gel gedroogd is,

tot ca. 5% water (de hoeveelheid water n.l. die behoort bij de gel structuur),
wordt de kolom nagekoeld met een hoeveelheid gekoeld gas, dat enige
tijd door een gas pomp wordt gecirculeerd, waarbij de koeler in de silica gel-
kolom als gas koeler fungeert. Hiervoor wordt gekoeld met een circulerend
droog gas, terwijl anders tijdens de koeling van de drogers het vochtige gas
niet de grote gas koeler het watergehalte in de gel weer zal doen toenemen.
Wanneer de kolom temperatuur gedaald is tot 30-35°C, zijn de droogkolommen
weer gereed voor gebruik.

Berekening van de silica gel drogers

Eisen: De drogers moeten afwisselend een continue gas stroom met de gaskoeler, van 450 m³ met waterdamp verzadigd gas van 35°C per uur, kunnen drogen tot een relatieve vochtigheid < 0,1. Het gas mag niet warmer de droog kolom verlaten, omdat het de Nist stroom moet koelen tot ongeveer 40°C.

$\Delta T_{\text{gem}} = 5^{\circ}\text{C}$
 waarom? T_1 origineel? T_2 koeler?

Methode van berekenen. [17,1]

Wanneer vochtig gas door een bed met een water onttrekkende stof als silica gel wordt geleid, hangt de hoeveelheid waterdamp, die per hoeveelheid droogmiddel wordt opgenomen, af van het waterdampdrukverschil in het gas t.o.v. het droog middel. De waterdampdruk van de gel ~~to~~ neemt toe bij toenemende watergehalte in de gel en bij verhoging van temperatuur. Dok de turbulentie, de snelheid van de gas stroom, is van invloed op de stofoverdracht. Verder is het absorberende oppervlak bepaald van de water onttrekkende capaciteit van een bepaalde hoeveelheid droogmiddel, zodat de poriel grootte in rekening moet worden gebracht.

Al deze verschillende factoren kunnen worden gecombineerd in een stofoverdrachtvergelijking van het type:

$$\frac{dw}{dt} = \alpha w^m \left(\frac{DpG}{\mu} \right)^n \left(\frac{u}{\rho D} \right)^2 \Delta P \quad \text{(vergelijking van Ahlberg) ①}$$

Deze vergelijking geldt voor turbulent stromende gassen, waarin:

- w = water gehalte per pond droog gel
- D_p = diameter van de ~~roster~~ deeltjes van het droogmiddel.
- G = massa stroom van het gas per ^{specifiek} oppervlakte van het droogmiddel bed.
- μ = viscositeit van de gas stroom.
- ρ = dichtheid van de gas stroom
- D = diffusie coëfficiënt van waterdamp in het gas
- α, m, n, en k = constanten.

Men heeft nu een lucht enige vereenvoudigingen in de vergelijking aangebracht. Omdat het meeste gas, dat wij moeten drogen, bijna geheel gelijke fysieke grootte hebben heeft als lucht, menen wij dat deze vereenvoudigingen ook mogen worden aangebracht voor een stof overdracht vergelijking die betrekking heeft op het inerte gas.

He de bron stroomde afgeleiding geeft de stroom ΔP de invloed van een hot
 merkel in waterdampdruk in gas en nitroge.

$$\left[\frac{Dp}{n} \frac{Q}{\Delta P} \right] \left(\text{in Reynolds getal} \right) \text{ beaardmerkt de afhankelijkheid van de Stromingsbestand.}$$

$$\left[\frac{Dp}{\Delta P} \right] \left(\text{antwoord op getal van Schmidt} \right) \text{ geeft een hot belang van de Stoffeigen-}$$

$$\text{relaties van hot te droge gas van de Stoffebestand.$$

Indat nu bij de droging de dampdruk in stroom binnen een klein gebied.

verliest, mag de stroom $\frac{L}{D}$ constant worden galle steld in alle ^{min} n verhoudingen
 bij de eerste orde α .

De stroom w^m blijft nogal veranderlijk te zijn, maar nu bejijnt de mogelijke verandering
 met een gemiddelde waarde, waarbij $m = 0$.

In de stroom $\frac{Dp}{n} \frac{Q}{\Delta P}$ is nu een constant te stellen in het kleine temperatuurs-
 gebied waarin bij de droging met gas wordt, terwijl Alberg D_p met de droging
 in de eerste orde α , indat nu deze veranderingen de afgeleiding als volgt is:

$$\frac{dw}{d\theta} = \alpha \cdot Q \cdot \Delta P \quad (2)$$

Alwin is volgens Alberg:
 $\theta = \text{tijd}$ volgens w w^m ?

Q wordt niet gebruikt in pompe per minuut per square feet.

α hangt af van de buisgrootte.

ΔP = gemiddelde waterdampdruk over het in de droging.

$n = 1$ dan van lucht: 0.84 als bronngemiddelde ΔP verhouding worden genomen.

Van de berekening kwam het watergehalte in de stroom in de te berekenende druk
 logaritmeverhouding $\frac{w}{n}$ volgens de afgeleiding gevonden. N_{10} !

$$w = 0.55 \% \times \text{relatieve vochtigheid} = 0.55 \left(\frac{p_{\text{sat}}}{p_s} \right)$$

p_s = verzadigingsdruk bij de temp. van absorptie in atm.

$$p_{\text{sat}} = 1.82 p_s w.$$

Verder is: $H_1 = \frac{p_a}{p - p_a} \cdot \frac{M_{H_2O}}{M_{\text{gas}}}$ met: H_2 = vochtigheid van het gas in de water / de droging
 in P = absolute drukkwaantvoorn.

Van lucht / nu ook van een niet droge met een mod. gas = 31, terwijl lucht $M = 29$ (lucht)

glaas aan: $p_a = 1.62 H$.

Deze twee niet constante substitueer wij in verg. (2): $\frac{dw}{d\theta} = \alpha Q \cdot \frac{p_a}{p - p_a}$, indat:

$$\frac{dw}{d\theta} = k(H - CW) \quad (3)$$

waarin: $k = 1.62 \cdot \alpha Q$

$$C = \frac{1.82}{1.62} p_s$$

Vergelijking ③ is in de basis voor de berekening van silica gel drogers.
 De integratie van verg. ③ is niet gevoerd door Furnas en Schumann van In [17]. Zijn serie's grafieken weergegeven, waarmed men de afhankelijkheid van verschillende dimensie loze groepen t.o.v. elkaar kan aflezen.

Dese groepen zijn: $\frac{H}{H_0}$, αx en $b\theta$
 en $\frac{cW}{H}$, αx en $b\theta$ } (kritische tijden: $a = \frac{\rho k}{\gamma}$, en $b = a k^2$)
 x = kolomhoogte.

De grafieken berouwen dus op de vergelijking van stofoverdracht bij droging door silica gel:

$$\frac{dw}{d\theta} = \alpha c^{0.84} \Delta p = k(H - cW)$$

α is afhankelijk van de deeltjes grootte en gegeven voor verschillende mesh sizes.

Welke fracties zijn afhankelijk van de soort en kwaliteit van silica gel?

Berekening:

Gegevens:

gas: $M = 31$

temp.: $35^\circ C = 95^\circ F$

relatieve vochtigheid = 1.

densiteit bij $95^\circ F$ en $RV = 1$, $= \frac{31}{29} \times$ densiteit lucht
 $= \frac{31}{29} \times 0.0695 = 0.072 \text{ lb/ft}^3$

Volumen stroom per uur = $16200 \text{ ft}^3/\text{hr}$ bij $35^\circ C = 270 \text{ ft}^3/\text{min}$

Massa stroom per min. = $\frac{16200 \times 0.072}{60} = 19.4 \text{ lb/min}$

eenheden? stelsel?

silica gel: deeltjes grootte = 6-8 mesh (dit is aangenomen voor de berekening)

hieruit volgt voor $\alpha = 0.67$ (α = afh. van deeltjes grootte, is tabel 67a)

gewicht in $\text{lb/cu ft} = 40$

Vraagstuk: afmetingen van de kolommen,

droogperiode (totdat R.V. uitstromend gas = 0.1)

water gehalte in de gel na deze periode.

Waarmerking:

diameter volgt met gasnelheid die redelijke toe laatbaar is.

Van de te bereken kolom moet een afmeting gekozen worden, om de tweede te kunnen berekenen.

Wij hebben de diameter uiteindelijk gekozen als 1 m, omdat zo de breedte de kolom hoogte handere bare afmetingen blijft te krijgen voor een kolom met drogings capaciteit van 4-5 ^{m³} per uur. Wij hebben m.l. twee kolommen geprojecteerd in de fabriek, die zonder te vaak om te schakelen de gehele werk dag door een continue gas stroom kunnen drogen. de handteikbaarheid volgt uit het gekozen droogmiddel. In de eerste serie van, dan wordt er het aantal toeren en de hoogte door bepaald.

droging is isopropyl

De kolommen worden dus na elkaar gebruikt, en aan het einde of begin van de werkdag worden beide ^{te samen} gereinigd met warm gas.

De aangenomen diameter der slotte ^{geeft} een niet te grote ^{gas} buelheid in de droogkolom zodat beschadiging van de gel wordt vermeden, terwijl het drukverval in de kolom heel klein is, zodat geen extra gaspomps nodig is achter de droger waarin de temperatuur van het gas maar zou toenemen en dat is juist met de bedoeling.
 Ken ook aangegeven worden dat een jaar bleef.

Dus: $\phi = 1m \rightarrow \text{opp. silica gel bed} = 0,45 \text{ ft}^2$

Verder: $k = 1,62 d. G^{0,84} = 1,62 \times 0,67 \times 2,3^{0,84} = 2,19$

$c = \frac{1,82}{1,62} p_s = \frac{1,82}{1,62} \times 0,06 = 0,068$

$p_s = \text{H}_2\text{O dampdruk (atm) bij absorbtie temp.} = 0,06 \text{ atm}$

$\alpha = \text{constante, hangt af van korrelgrootte} = 0,67$

$H_0 = \text{begin vochtigheid} = \frac{\text{lb water vapor}}{\text{lb droog gas}} = 0,036$

$a = \frac{pk}{G} = \frac{40 \times 2,19}{2,3} = 38,0$

$p = \text{gel density, lb/cuft} = 40$

$G = \text{massa stroom v. h. gas in lb/min ft}^2 = \frac{1,94}{8,45} = 2,3$

$b = ck = 0,068 \times 2,19 = 0,149$

Moog de berekenen na aflezen met grafieken:

$x = \text{hoogte van het bed in feet op een te meten plaats.}$

$\theta = \text{tijd in min.}$

$w = \text{vochtigheid van de gel in lb/lb droge gel}$

$H = \text{absolute vochtigheid van het gas op een bepaalde plaats } x \text{ in lb/lb droog gas}$

De vochtigheid van de mitstromende lucht als functie van gel hoogte x en doorstroom tijd θ wordt in de eerste grafiek in [17.] gegeven.

Hier komen dus drie variabele, dienen zij deze groepen voor: $\frac{H}{H_0}$, ax en $b\theta$.

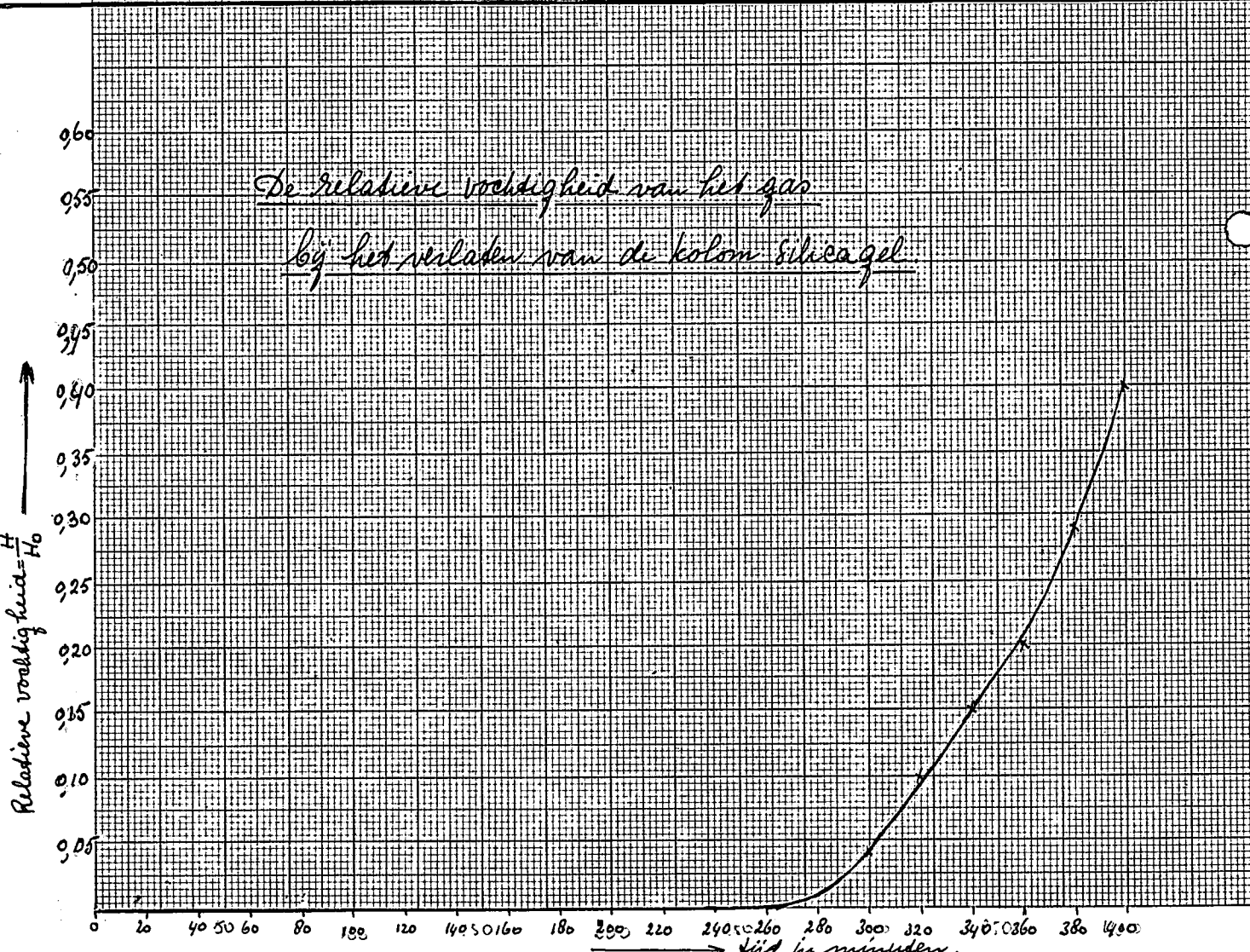
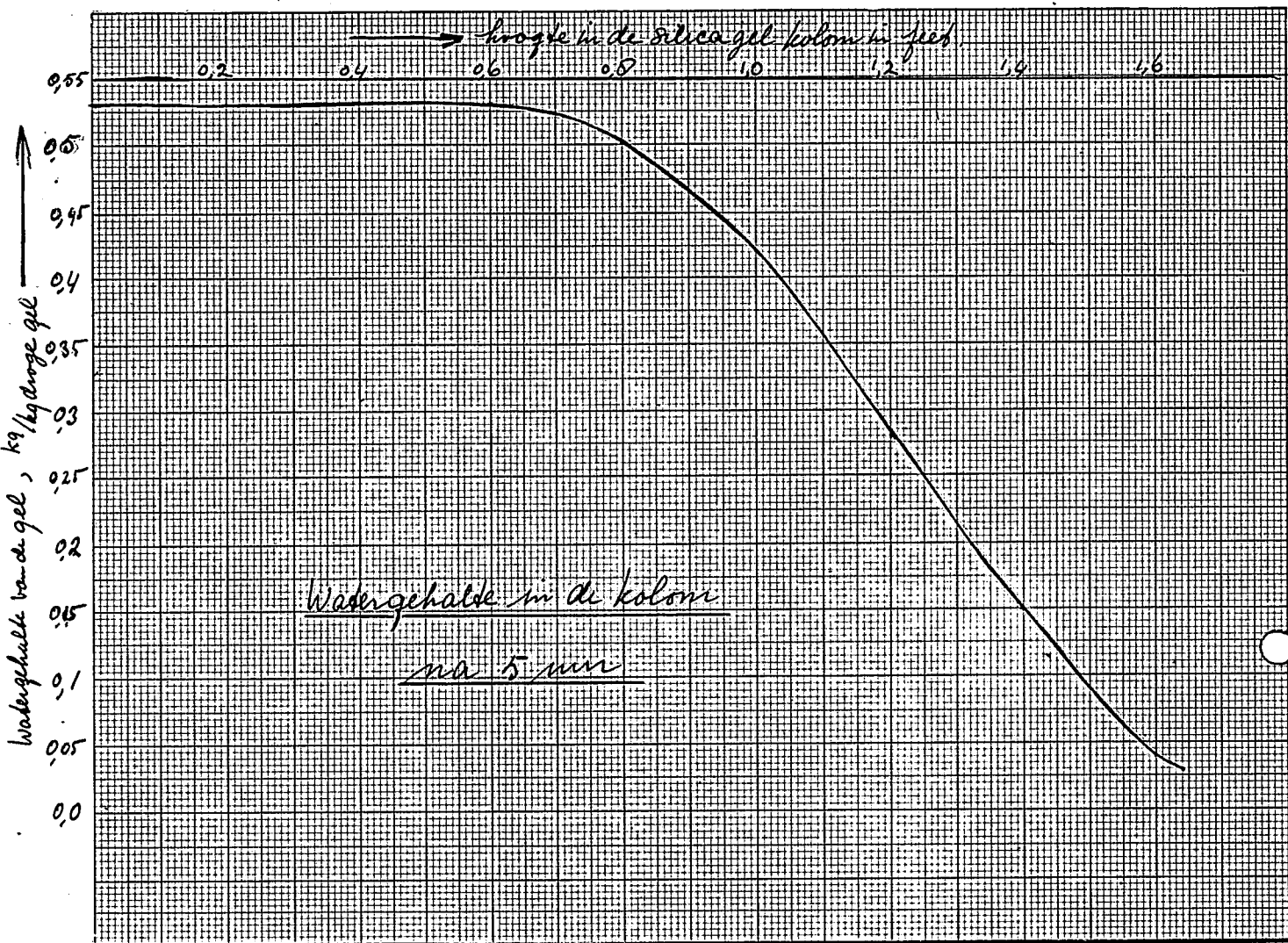
Dijkontstante $\frac{H}{H_0} = 0,1$ na $\theta = 4,5 \text{ min}$, staan dus de groepen $\frac{H}{H_0}$ en $b\theta$

vast: $\frac{H}{H_0} = 0,1$

$b\theta = 300 \times 0,149 = 44,7$ } \rightarrow dit geeft: $ax \approx b\theta$, $x = 1,6 \text{ feet.}$

Wij hebben dus een kolom nodig met $\frac{1}{2}$ meter hoog silica bed.

Voor deze kolom nu hebben wij de vochtigheid van de mitstromende gassen als functie van de tijd bepaald.



$x = \frac{1}{2} \text{ meter} = 1,64 \text{ feet.}$

$a\alpha = 62,32.$

$b = 0,149.$

θ (min)	$b\theta$	$\frac{H}{H_0}$	H
20	3.0	0,00	0,000
40	6.0		
60	8.9		
80	11,9		
100	14.9		
120	17.9		
140	20,9		
160	23.8		
180	26.8		
200	29.8		
220	32.8		
240	35.8		
260	38.7	0,00	0,0000
280	41,7	0,01	0,00036
300	44.7	0,04	0,00144
320	47.7	0,10	0,00360
340	50,7	0,15	0,00540
360	53.6	0,20	0,00720
380	56.6	0,29	0,01044
400	59.6	0,40	0,01440

Bij het bepalen van deze relatieve vochtigheids curve moet men dus bedenken dat formule ③ door Furnas en Schumann zijn gelineard voor isothermische droogprocessen. Dit is nu niet correct, omdat tijdens de water opname door de gel ^{hijveel temp?} ~~versch~~ hij wat warmte vrij komt. Omdat een adiabatisch verloop van de droging praktisch niet te berekenen is, gebruikt men de berekeningsmethode voor isothermische condities.

In de silica gel kolom moet n.l. wel een koel spiraal worden aangebracht op dat het gas niet te warm wordt en daardoor minder goed gedroogd kan worden, zodat enigszins een isothermisch droogproces wordt verhegen.

Zie grafiek hiernaast.

is veranderde metingen met te overwegen?

Waarom niet volgt dat?

Het watergehalte van de silica gel werd (ook) berekend uit een tweede serie grafieken in [17], waarin de drie volgende dimensieloze groepen van elkaar afhankelijk zijn: $\frac{CW}{H_0}$, $a\alpha$ en $b\theta$.

De silica gel mag niet meer dan 20% water bevatten na de droogperiode.

Voor bovengenoemd geval wordt zo gevonden na 5 uur:

$b\theta = 49,7$

Waarom niet?

x	ax	$\frac{CW}{H_0}$	w
0,2 feet	7,6	1,0	0,53
0,4 "	15,2	1,0	0,53
0,6 "	22,8	1,0	0,53
0,8 "	30,4	0,95	0,50
1,0 "	38,0	0,80	0,42
1,2 "	45,6	0,52	0,28
1,4 "	53,2	0,28	0,15
1,6 "	60,8	0,08	0,04
1,64 "	62,32	0,06	0,03

Zie grafiek.

Berekening drukverval in de droger.

Het drukverval in de silica-gel wordt gegeven door de vergelijking:

$$\frac{\Delta h}{L} = \beta V + f V^2$$

Waarin is: h = drukverval in inches water

L = inches gel

V = snelheid van het gas in ft/min

β en f = zijn afhankelijk van de mesh size van de gel.

Voor 6-8 mesh $\rightarrow \beta = 0,0028$

$$f = 0,000028$$

In bovengemiddeld geval is:

$$V = \frac{270}{8,45} = 32,0 \text{ feet/min}$$

$$L = \frac{1}{2} \text{ meter} = 19,7 \text{ inch}$$

$$\text{Doodat: } \Delta h = 0,118 \times 19,7 = 2,33 \text{ inch water} = \underline{0,0057 \text{ atm.}}$$

De weerstand door verbreding van de 18 inch inlaat buis tot de droger met $d = 1 \text{ m}$, en later de vernauwing tot de afvoer pijp is ook berekend:

$$\text{Opp gasbuis } 12'' = 0,0735 \text{ m}^2$$

$$\phi \text{ gasbuis } 12'' = 30,5 \text{ cm}$$

$$\text{Snelheid in } \dots = 0,126 \text{ m}^3/\text{sec} = \frac{0,126}{0,0735} \text{ m/sec}$$

$$\rho \text{ gas bij } 35^\circ\text{C} = 0,072 \text{ lb/ft}^3 = 1,152 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \frac{F_1}{F_2} = \frac{30,5}{100} = 0,305$$

Volgens de algemene vergelijking voor drukverval $\Delta p = \frac{1}{2} \rho V^2 K_w$ voor turbulente stromen,

waarbij: voor een verwijding $K_w = (1-m)^2$

" " vernauwing $K_w = 0,45(1-m)$

is dus het drukverval hier:

$$\Delta p_{tot} = \frac{1}{2} \times 1,552 \times \left(\frac{0,126}{0,0735} \right) \left[(1-0,305)^2 + 0,45(1-0,305) \right] = 1,35 \text{ N/m}^2 = 1,36 \times 10^{-5} \text{ atm}$$

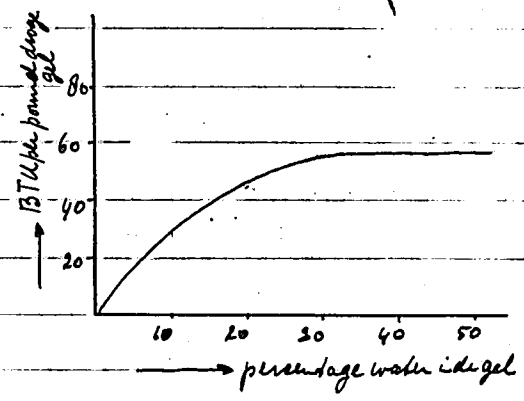
Totaal wordt dus door de kolom silica gel een drukverval veroorzaakt van 0,0057 atmosferen (Zonder kolspiraal gerekend)

Berekening van de koeler in de kolom.

Tijdens de waterabsorbtie door de gel ontwikkelt zich warmte, afhankelijk van het waterpercentage dat de gel reeds bevat en de hoeveelheid water die uit het gas wordt opgenomen door een zekere hoeveelheid gel.

Von deze warmte ontwikkeling per hoeveelheid gel is nu in [17] een curve gegeven, waarop men de ontwikkelde warmte in B.T.U. per pond drooggel kan aflezen tegen het percentage water ^{dat} in de gel aanwezig is.

Het blijkt uit nevensstaande weergave van deze curve, dat de meeste warmte relatief ontwikkeld wordt wanneer de gel nog het droogst is.



Daarom is voor het begin van de droogperiode van de kolom m.b.v. de $\frac{QW}{H_0}$ grafiek het gemiddelde watergehalte van de gel berekend, zodat de gemiddelde warmte-

ontwikkeling tijdens deze beginperiode kon worden bepaald.

Wij hebben het watergehalte berekend na 1 uur in een laag silica gel van 1 voet.

$$\left. \begin{matrix} \theta = 60 \text{ min} \\ b\theta = 8,9 \end{matrix} \right\} \rightarrow$$

x	ax	$\frac{QW}{H_0}$	W
0,2 feet	7,6	0,58	0,30
0,4 "	15,2	0,15	0,085
0,6 "	22,8	0,01	0,005
0,8 "	30,4	0,01	0,005
1,0 "	38,0	0,01	0,005

Hieruit blijkt dus:

Wgemiddeld = 0,079

m.b.v. de warmte curve:

$Q = 26 \text{ BTU} / \text{pound drooggel}$
voor deze periode.

Inhoud kolom van 1 voet hoog: $0,3 \times \pi \times 0,5^2 = 2,356 \text{ m}^3 = 8,19 \text{ ft}^3 = 327,6 \text{ lb drooggel}$

Dus totaal ontwikkelde warmte in deze hoeveelheid gel:

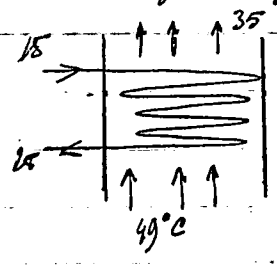
$= 26 \times 327,6 = 8517,6 \text{ BTU/uur} = 2150 \text{ kcal/uur}$

2.0.2. ← (Hoeveel van de temp. daalt door stijgen?)

Door deze hoeveelheid warmte ^{af te voeren} moet dus een koeler in de droog kolom worden aangebracht.

Voor warmte wisselaar is algemeen: $Q = U A \Delta T$

Voor vlt/gas warmte wisselaar is globaal: $U = 30 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}$



$$Q = 2150 \text{ kcal/uur}$$

Om de temperatuurs gradient ΔT te kunnen vinden moet eerst berekend worden, hoe warm het gas is geworden nadat het 1 foot silica gel heeft doorgestroomd.

$$\text{Volume snelheid gasstroom} = 454 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{S.W. gas} = 0,346 \text{ kcal/m}^3$$

$$\text{Opgenomen warmte per m}^3 \text{ gas} = \frac{2150}{454} = 4,73 \text{ kcal/m}^3$$

$$\text{Lineaire gas snelheid} = \frac{454}{3,1 \times 0,25} \text{ m/h} = \frac{454 \times 3,28}{3,1 \times 0,25} \text{ feet/h} = 1920 \text{ feet/h}$$

Voor 1 foot lengte heeft het gas dus $\frac{1}{1920}$ uur nodig.

$$\text{Het volume dat in die tijd is door gestroomd} = \frac{454}{1920} = 0,25 \text{ m}^3 \text{ in } \frac{1}{1920} \text{ uur}$$

$$\text{In } \frac{1}{1920} \text{ uur is } 4,73 \times 0,25 = 1,18 \text{ kcal warmte ont wikkeld.}$$

Het gas heeft dan een temperatuursverhoging van $\frac{4,73}{0,346} = 13,7 \text{ C}$ ondergaan.

Het gas bereikt de koeler dus met een temperatuur van $35 + 13,7 = 49 \text{ C}$, in het ongunstigste geval dus staat de beginperiode van de droogings-tijd, waarbij relatief de meeste warmte wordt ontwikkeld.

Voor de koeler wordt $\overline{\Delta T}$ (log. gemiddelde) = 27 C , wanneer, zoals in een figuurtype is weergegeven, het gas moet worden gekoeld tot 35 C en koolwater van 15 C wordt gebruikt.

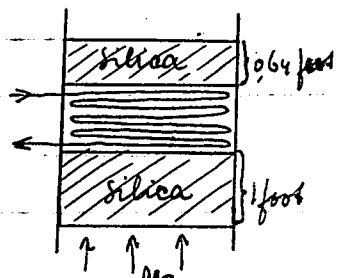
$$\text{Dus: } A = \frac{Q}{U \times \Delta T} = \frac{2150}{30 \times 27} = 2,6 \text{ m}^2 = \text{benodigd koel opp.}$$

Om hoeveelheid water van $\frac{2150}{10} = 215 \text{ dm}^3/\text{uur}$ is nodig.

Hiervoor kan een buis van $\frac{1}{2}$ inch diameter gebruikt worden, dat een koellend opp/meter lengte heeft van $0,051 \text{ m}^2$.

$$\text{Er is dus een buis lengte nodig van } \frac{2,6}{0,051} = 51 \text{ meter}$$

Dit nu is wel te realiseren in de vorm van een koel spiraal.



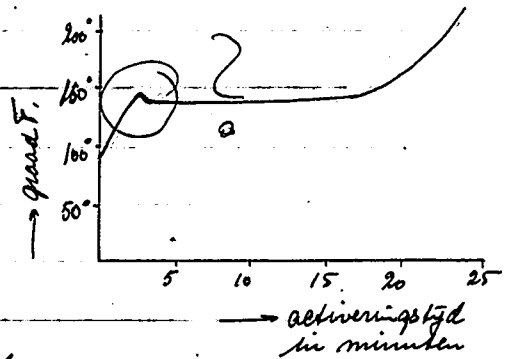
De kolom krijgt dus een dergelijke gedaante als hiernaast is getekend: na 1 foot silica gel komt in de kolom een koel spiraal van 51 meter lengte totaal, daarna komt nog een laag silica van 0.64 feet om

het, wel tot 35°C gekoelde gas na te drogen.

Totaal is dus een "isothermische" silica gel laag van $1,64 \text{ feet} = \frac{1}{2} \text{ meter}$ aanwezig in de droog kolom.

Voor het drogen van de gebruikte silica gel mag geen temperatuur $> 150^{\circ}\text{C}$ worden gebruikt, omdat de gel dan zijn absorptie capaciteit verliest.

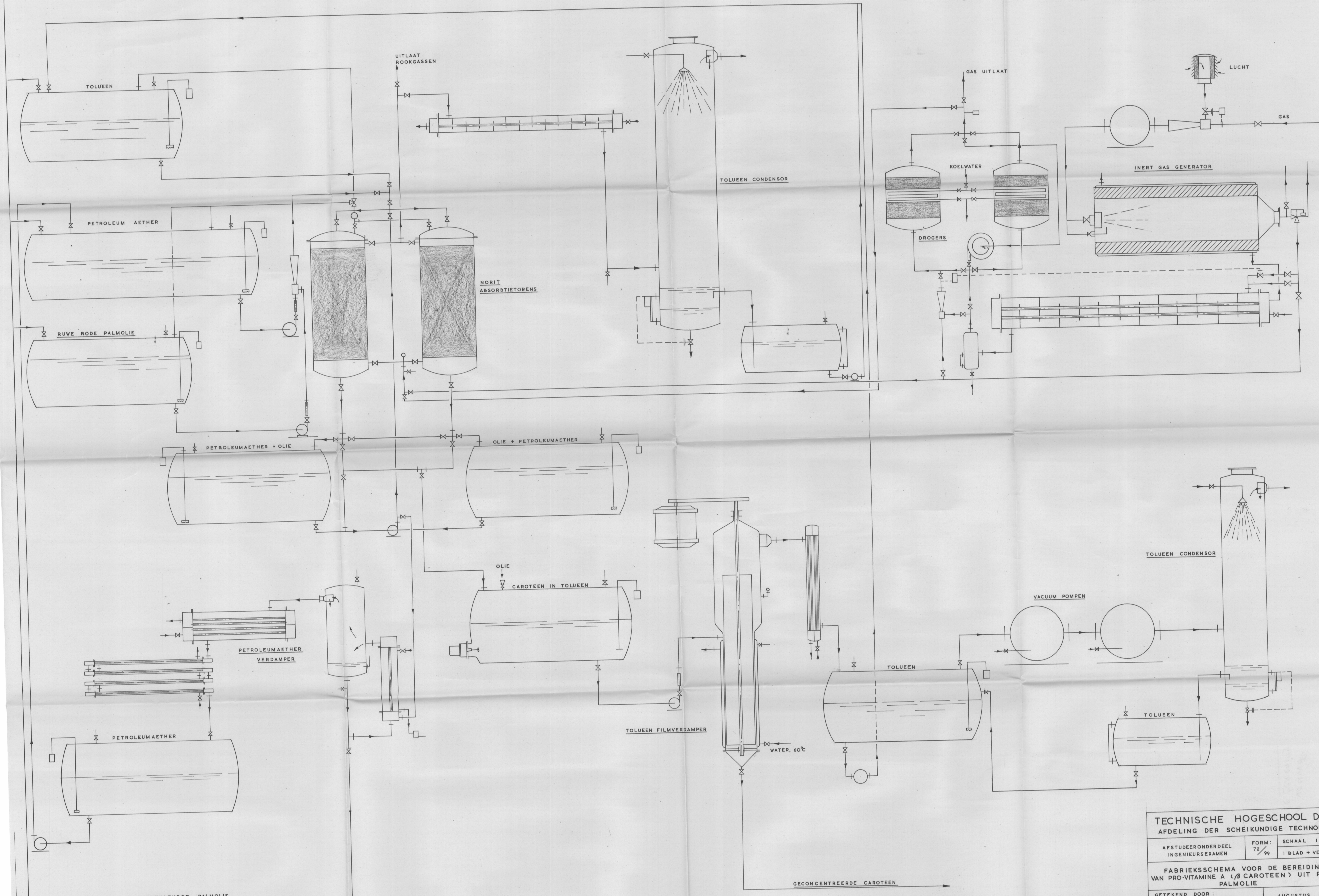
Volgens [17]) duurt dit regeneratie proces 15-20 minuten met gas van 150°C . Tijdens de verdampering van het water uit de gel is de temperatuur ca 70°C , wanneer de gel droog is stijgt plotseling de temperatuur van het uitstromende gas en daarmee kan men dus controleren dat het droog-proces beëindigd is.



Voor het koelen van de gedroogde silica gel kolom wordt koud gas gecirculeerd door de kolom zoals reeds eerder is aangegeven.

Literatuur

- 1) Vermeulen, B.F. 847.816
- 2) Tabor, U.S.P. 2461300
- 3) Cross, U.S.P. 2032006
- 4) Barnett, U.S.P. 1978981
- 5) Kaufmann, B.F. 853066
- 6) Boldingh, N.O.S. 74349 (1954)
- 7) Lever, E.P. 691924
- 8) Larner, U.S.P. 2432021
- 9) Kenyon, Selective extraction of vegetable oils with furfural,
Ind. Eng. Chem. 40 (1948), 1162
- 10) Mullin en Servant, Oléagineux, 9 (1954), 873
- 11) Raoul en Munnier, Oléagineux, 5 (1950), 9
- 12) Servant en Angond, Oléagineux, 10 (1955), 15
- 13) Kuhn en Ledens, Z. Physiol. Chem. 65 (1932), 637
- 14) I.T. E. R. G., B.F. 1074068
- 15) H. A. Boekenooijen, De scheikunde der oliën en vetten.
- 16) W. Schuchardt, Oléagineux 10 (1955), 259
- 17) Haugen en Dodge, The drying of gases, 1947.



TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
 AFDELING DER SCHEIKUNDIGE TECHNOLOGIE
 AFSTUDEERONDERDEEL INGENIEURSEXAMEN FORM: 72/99 SCHAAL 1:25
 1 BLAD + VERSLAG
FABRIEKSCHEMA VOOR DE BEREIDING VAN PRO-VITAMINE A (β CAROTEEN) UIT RODE PALMOLIE
 GETEKEND DOOR: F.C. BEERNINK AUGUSTUS 1956