

Stijfsel uit aardappels.
=====

Inleiding.

De opgave was een moderne stijfselfabriek te construeren in Nederland.

Daar de aardappelverbouwing in ons land zeer groot is, werd als grondstof het aardappelzetmeel gekozen.

Het proces zelf zal continu verlopen, daar men een beter product van constante kwaliteit verkrijgt, dan bij het discontinu proces, en wegens het arbeids-overschot.

De verwerking van aardappels tot ruw zetmeel wordt door den Heer J. Bogaers. beschreven en in dit verslag zal de verwerking van ruw zetmeel tot stijfsel beschreven worden, en de verwerking van de pulp- en proteïneafval tot veekeuken.

Geprojecteerd werd een productie van circa tien ton stijfsel per 24 uur.

Beschrijving van het proces.

A) De verwerking van ruw zetmeel tot stijfsel.

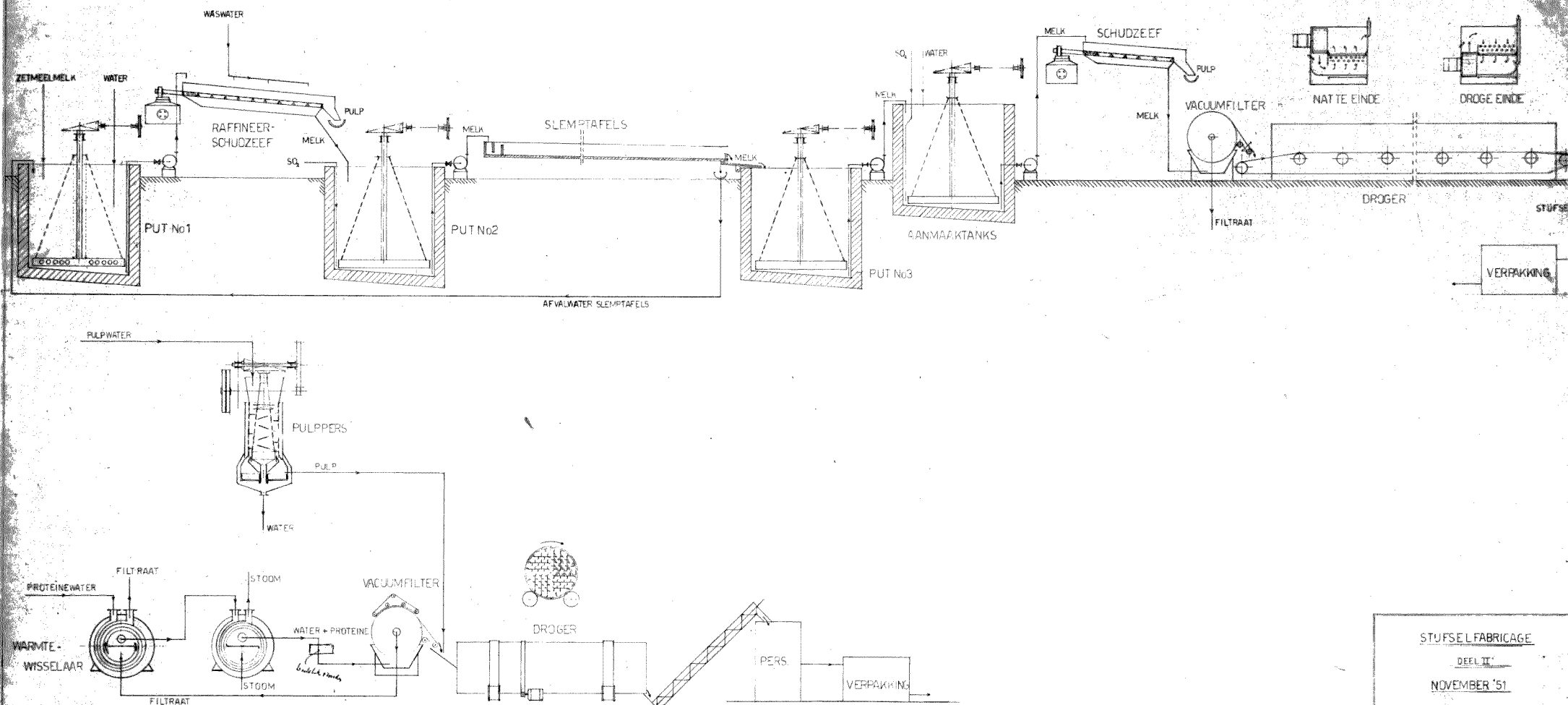
Uit gegaan wordt van de zetmeel-melk, die afkomstig is van de zg. Trennschleuder. Deze wordt opgevangen in een betonnen put, No 1, voorzien van een roerwerk, dat op verschillende hoogten ingesteld kan worden. De roerder zelf bestaat uit een as, waaraan een houten lat, voorzien van gaten. De put kan een buffervoorraad van een uur bevatten en heeft een inhoud van 5 m^3 (zie voor cijfers de materiaal balans). In de eerste put wordt de melk aangeroerd met leiding water en afvalwater van de slemptafels, om daarna een hernieuwde zuivering te ondergaan.

Daartoe wordt ze door middel van een centrifugaal-pomp (vermogen $90.1 \text{ kg melk/min.}$ met 7.2% vaste stof en een opvoerhoogte van drie meter) op een raffineer-schudzeef gevoerd. Dit is een No 2 zeef van de firma Rotex, met een zijden filtergaas van 120 mesh (afmetingen $84 \times 40''$), voorzien van een onderdek met compartimenten, waarin rubberballen. De fijne vezeltjes worden op de zeef afgescheiden en met leidingwater uitgewassen.

De zetmeelmelk en het waswater worden verzameld in een betonnenput No 2, voorzien van een roerwerk. Wanneer de kleur te donker is, kan men de melk nableken met SO_2 . De put kan een voorraad van een uur bevatten en heeft een inhoud van 5 m^3 .

Vanuit de put wordt de zetmeelmelk d.m.v. een centrifugaal-pomp (vermogen $78.3 \text{ kg melk per min.}$ met 7% vaste stof en een opvoerhoogte van 1 m.) naar de slemptafels gevoerd.

De slemptafels bestaan uit 20 kanalen, waarvan er 18 constant in bedrijf zijn, en er twee geleidigd worden. De kanalen zijn 13 m. lang, 0,25 m. breed en diep. Het verval over 13 m. is 7,5 cm.



STUFSEL FABRICAGE

DEEL II

NOVEMBER '51

E.F.A.M. JANSSENS

1279

Deze gegevens zijn afgeleid uit de cijfers, over de Hoffmann-Stärke-fabrik (Bios No 1559), die 58 kanalen gebruikt voor 33,3 ton/24 uur. Het afvalwater van de slemptafels wordt gedeeltelijk met vers water naar put no 1 teruggevoerd, en voor de rest naar de water-kanonnen bij de aardappelopslag.

Het ledigen der kanalen geschiedt door waterkanonnen. De afvoergoot aan het einde van het kanaal wordt daartoe omgeschakeld naar de afvoer voor de zuivere zetmeelmelk naar put No 3.

De slemptafels zelf zijn van gewapend beton.

De zuivere zetmeelmelk stroomt in een verzamelput No 3, voorzien van een roerwerk, met een inhoud van 5 m³.

Uit deze put wordt de melk gepompt door middel van een centrifugaalpomp (vermogen: 33,6 kg melk/min. met 16,7% vaste stof en een opvoerhoogte van 2,5 m.) naar 2 aanmaaktanks, die voorzien zijn van een roerwerk. De tanks hebben een capaciteit van 5 m³ en men kan naar behoefte nableken met SO₂.

In deze tanks wordt de zetmeelmelk d.m.v. water op het juiste s.g. gebracht, dat nodig is voor een vlotte filtratie. S.g. = 1,04 = 60° Bé. Is een tank aangemaakt, dan wordt de zetmeelmelk uit put No 3 naar de andere tank gepompt.

Vanuit deze tanks wordt de zetmeelmelk voor een laatste zuivering naar een schudzeef gepompt d.m.v. een centrifugaalpomp (vermogen: 41,3 kg melk/min. met 13,5% vaste stof en een opvoerhoogte van 3 m.) De schudzeef is een No 11 Rotex-zeef met een zijden gaas van 200 Mesh, (afmetingen 20 x 48"), voorzien van rubberballen. Op de zeef wordt niet gewassen.

De pulp wordt afgevoerd naar de pulpverwerking en de zetmeelmelk vloeit naar de voedingsbak van een roterend vacuumfilter van de firma Imperial, met een filter-oppervlak van 17 sqft (1,57 m²) en snaarafname. De filterkoek wordt niet gewassen en heeft niet afgeperst te worden.

Het filtraat wordt terug gevoerd naar de water-kanonnen bij de aardappelopslag en de gevormde koek (5,6 kg/min. = 12,4 Lbs absoluut droog gewicht met een vocht-gehalte van 40% op droge basis) wordt d.m.v. snaren, die dwars op de richting van de afnamesnaren staan, in blokjes van 1" diameter gesneden. De filterkoek zelf is ook een 1" dik.

Deze blokjes vallen op de lopende band van een droger met lucht-circulatie (Through circulation dryer), waar ze gedroogd worden tot een vocht-gehalte van 8,2% op droge basis d.m.v. ³⁰⁻⁴⁰ die dwars door het bed gezogen wordt. De lucht wordt voorverwarmd door stoombuizen, en heeft een recirculatie van ca. 90% plaats.

De droger is verdeeld in 5 eenheden, ieder voorzien van een ventilator. Door een aparte exhauster verbonden met alle 5 eenheden, worden de overige 10% lucht afgezogen.

In de eerste twee eenheden van de droger, wordt de lucht van onder naar boven door het bed gezogen, in de laatste drie eenheden in omkeerde richting. Dit geschiedt om een ongelijkmatige droging te voorkomen.

Went to meet Mr. J. H. H.

Went to see Mr. J. H. H.

De droger is van de firma Proctor & Schwartz en wordt verder in dit verslag berekend.

Het gedroogde product wordt verpakt in zakken van 100 kg en naar de verzending gebracht.

Het product heeft een zuiverheid van 97,7% en de opbrengst is 80,2% van het zetmeel dat oorspronkelijk in aardappelen aanwezig was.

B) Le verwerking van de pulp en proteïne tot veevoeder.

De opzet is om de droge pulp met de droge eiwitten te mengen en tot veekoeken te persen,

Het proteinewater wordt door een warmtewisselaar gevoerd (spiraalwarmtewisselaar van de firma Imperial met een verwarmend oppervlak van 20 m^2), waarbij het verwarmend medium het hete filtraat (zie later) is. De resterende warmte om bij 95°C de eiwitten uit te doen vlokken, wordt in een verhitter van het zelfde systeem d.m.v. stoom geleverd.

Het water met de uitgevlokte eiwitten stroomt nu naar een roterend vacuümfilter met snaarafname van de firma Imperial met een filteroppervlak van 17 Sqft . De filterkoek wordt uitgeperst maar niet gewassen.

De natte filterkoek valt op de voedingsinrichting van een roterende directe droger van de firma Buttner, tegelijk met de natte pulp afkomstig van een pulppers van de firma Jackson & Church', waarin het overtollige water van de pulp afgeperst wordt.

De pulppers bestaat uit een verticale cone voorzien van helicalen bladen die draait, in een verticale vaste cylinder ook voorzien van vaststaande schoepen. De ruimte neemt van boven naar onder af tussen de cone en de cylinder, zodat de pulp, die bovenin gevoerd wordt, bij het omlaag schroeven uitgeperst wordt. Het uitgeperste water vloeit door de gaten in de cone en de cylinder weg.

De roterende droger bestaat uit een liggende cylinder van binnen voorzien van vakwerk in de lengte-richting (zie tekening), zodat de pulp met de eiwitten voortdurend binnen deze vakken, en van het ene vak in het andere, rondgedraaid worden, waarbij ze in ~~ant~~ contact komen met de hete rookgassen die in tegenstroom door de cylinder gevoerd worden.

De menging van de pulp en de eiwitten vindt dus in de droger plaats.

Van de pers gaan de koeken naar de verpakking en verzending.

=====

Materiaalbalans.

<u>Put No 1.</u>	In:
zetmeelmelk	36,7 kg
water	4,1 kg
afvalwater	
slemptafels	13,6 kg
water	26,7 kg
totaal	81,1 kg

Raffineerschudzeef.

zetmeelmelk	81,1 kg
waswater	1,7 kg
totaal	82,8 kg

Put No 2.

Zetmeelmelk 81,1 kg.

Slemptafels.

zetmeelmelk 81,1 kg

totaal 81,1 kg

Put No 3.

vochtige	
zetmeel	8,6 kg
water van	
kanon	25 kg
totaal	33,6 kg

Aanmaaktank.

Zetmeelmelk	33,6 kg
water	7,7 kg
Totaal	41,3 kg

Schudzeef.

zetmeelmelk	41,3 kg
totaal	41,3 kg

(Hoeveelheden per min.)

Uit:
zetmeelmelk 81,1 kg

totaal 81,1 kg

Dus per uur 4800 kg is ca. 4,8 m³.

zetmeelmelk	81,1 kg
pulp	1,7 kg
Totaal	82,8 kg

zetmeelmelk 81,1 kg

Dus per uur 4800 kg = ca. 4,8 m³.

afvalwater	72,5 kg
afgezette	
zetmeel	8,6 kg (50% vocht op droge basis.)
Totaal	81,1 kg

zetmeelmelk 33,6 kg

totaal 33,6 kg

Dus per uur ca. 2000 kg = ca 2 m³.

zetmeelmelk 41,3 kg

Totaal 41,3 kg

zetmeelmelk	41,3 kg
pulp	- - -
totaal	41,3 kg

<u>Vacuumfilter.</u>	In:		Uit:
zetmeelmelk 41,3 kg		zetmeel	7,8 kg (40% vocht droge basis)
		filtraat	33,5 kg
totaal	41,3 kg	totaal	41,3 kg

Droger.
zie berekening.

=====

Berekening hoeveelheden pulp en proteïne.

Aan pulp wordt geleverd (zie schema van den Heer J. Bogaers):
 door de topborstelzeef: 37,1 kg pulpwater/min waarin 1,0 kg vaste stof
 door de topschudzeef: 17,2 kg " " 0,47kg " "
 door de raff.schudzeef: 1,7 kg " " 0,09kg " "
 Dus een totaal 1,56kg (0% wat.)

Aan proteïne water wordt door de "Trennschleuder" geleverd:
 208,2 kg/min. waarin 2,06 kg absoluut droge proteïne.

Neemt men aan dat deze hoeveelheden zonder verlies afgescheiden kunnen worden, dan heeft men dus een opbrengst aan droog veevoeder van $1,56 + 2,06 = 4,62$ kg/min. = ca. 6,5 ton/24 uur.

=====

Berekening van de slemptafels.

Alle zetmeelkorrels kunnen in de kanalen afgezet worden, wat blijkt uit de volgende berekening:
 per min. worden 72,5 kg afvalwater door de tafels geleverd; dit is per kanaal dat in bedrijf is: $72,5/18 = 4,03$ kg/min.
 Een kanaal is vol, wanneer de afgezette zetmeel een hoogte van 10 cm bereikt heeft. Nemen we een gemiddelde afgezette depositie van 5 cm aan, dan is de doorstroom opening per kanaal: $25 \times 5 = 125$ cm².
 (Breedte kanaal is 25 cm.) De snelheid van de melk is dan $4030/125 = 32,3$ cm/min. dus de doorlooptijd van een kanaal is: $1300/32,3 =$ ca 40 min. (lengte kanaal 13 m.)
 De afzettijd van de grootste korrels is 170-200 mm/min, en van de kleinste: 3,3 mm/min. (Parow, pag 380)
 In deze veertig min. zinken dus de kleinste korrels: $40 \times 3,3 = 132$ mm. = 13,2 cm.
 De conclusie is dus, dat alle korrels zich afzetten, daar de maximale hoogte waarover de korrels zich af moeten zetten bij een leeg kanaal 10 cm is.

=====

Queens and let board
ratio
Buelher

let long 4/1d
+ rest end of

Henry and son
Wm. to look still
as well

Berekening van de droger.

=====

Inleiding.

Tijdens het drogen van een natte stof kunnen we 2 perioden onderscheiden, nl. de "constant rate period" en de "falling rate period", resp. de constante ratio periode en de dalende ratio periode.

In de constante ratio periode kunnen we de stof omgeven denken door een waterlaag en de verdamping hiervan zal op dezelfde wijze geschieden zoals de verdamping uit de oppervlaktelaag van een hoeveelheid water in een bak onder dezelfde condities. De verdampingsratio wordt dus beheerst door de diffusieratio van waterdamp door de luchtfilm boven het oppervlak heen naar de grote massa van de luchtstroom.

Bij uitsluiting van andere warmtebronnen zoals straling en convectie, zal het oppervlak van de stof gedurende deze constante ratio periode de natte-boltemperatuur van de drogende lucht aannemen.

De factoren, die de grootte van de constante ratio bepalen, zijn de warmteoverdrachtscoëfficiënt, de grootte van het drogend oppervlak, en het verschil in temperatuur of "humidity" tussen de luchtstroom en de stof.

De dalende ratio periode begint, wanneer het oppervlakte-water verdampt is. Eerst krijgt men de zone van onverzadigde oppervlakte droging, waarin het oppervlak niet meer totaal nat is en er tevens een afname van dit natte oppervlak plaats heeft, en daarna krijgt men de zone, waar de interne vloeistofstroming de verdamping beheerst. De tweede zone wordt beheerst door de diffusiesnelheid van het water door de stof, de capillaire stroming in de poriën en de stroming die veroorzaakt wordt door het krimpen en de drukgradienten in het materiaal.

De overgang van de constante in de dalende ratio periode heeft plaats bij het zg. kritische vochtgehalte, dat echter voor een bepaalde stof geen absolute grootte is, daar de snelheid van drogen hierop een grote invloed uitoefent. Immers dit kritisch vochtgehalte is een gemiddelde door het gehele materiaal en bij snel drogen zal de vochtgradient in de stof groter zijn dan bij langzaam drogen.

Principe.

Uitgegaan werd van de gedachte om het zetmeel tijdens het drogen tevens te verstijfselen.

Volgens Parow (pag. 81) is de verstijfselingstemp. = 63°C , en volgens Badenhuizen (pag. 217) = $62,5^{\circ}\text{C}$. De laatste geeft als minimum vochtgehalte voor verstijfseling op: 20%, d.i. omgerekend op drooggewicht zetmeel: $20/80 \times 100\% = 25\%$.

Nemen we nu aan, dat bij de overgang van de constante in de dalende ratio periode het oppervlak van de stijfsel een vochtgehalte heeft dat lager is dan 25% vocht op droge basis stof, dan kunnen we dus de verstijfseling geëindigd beschouwen na de constante ratio

periode.

De natte boltemp. van de drogende lucht moet dus in deze periode boven de $63^{\circ}\text{C} = 145,4^{\circ}\text{F}$ liggen.

Zodoende ontstaan 2 perioden in de droger:

- A) Constante ratio periode, waarin de zetmeel verstijfselt en tevens droogt van zijn begin- tot zijn kritisch vochtgehalte.
- B) Dalende ratio periode, waarin de stijfsel droogt van zijn kritisch vochtgehalte tot zijn eindvochtgehalte.

Gegevens.

Gegevens uit Perry (3^e ed. pag 826) voor "through circulation" drogen van aardappelzetmeel in de vorm van een in blokjes verdeelde filterkoek.

Vochtgehalte lb/lb droge stof.

Begin; 0,857

kritisch: 0,42

eind: 0,082

Luchttemp. bij ingang van het bed: 250°F .

Luchtsnelheid: 185 ft/min.

Beddiepte: 2,0"

Lading: 3,62 lb droog prod./sq ft.

Experimentele droogtijd: 25 min.

Opbrengst van onze fabriek: 12,4 lbs abs. droge stijfsel/min. (eigen

Deeltjesgrootte volgens Proctor & Schwartz broch.: $\frac{1}{8}$ " cubi. geg.)

Aangenomen temp. en vochtgehalte van verse lucht: 70°F en 40% rel. vocht.

Berekening.

A) Constante ratio periode.

Volgens Perry (pag. 805) geldt voor deze periode voor convectie drogen zonder conductie en straling:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{0,42 \cdot a \cdot G^{0,59} (\Delta H)_m}{e_s \cdot D_p^{0,44}} \quad \text{waarin:}$$

$$\frac{dW}{d\tau} = \text{constante droginsratio, lb water/((hr)(lb droog mat.)}$$

a = drogend oppervlak, sq ft/cu ft bedvolume.

G = oppervlakte-massa-snelheid, lb droge lucht/(hr)(sqft)

$(\Delta H)_m$ = log.gemiddelde van de ingaande en uitgaande "humidity" drijvende krachten dwars over de film rond het deeltje, waardoor de waterdamp diffundeert, lb/lb. (voor de oppervl. humidity wordt diegene genomen, die correspondeert met de natteboltemp. van de drogende lucht.

e_s = massadichtheid van het droge korrelige bed, lb/cuft.

D_p = gemiddelde diameter van het deeltje, ft.

$\frac{dW}{d\tau}$ = moet berekend worden, de andere factoren zijn bekend.

G : De natte boltemp. van de lucht moet boven de $145,4^{\circ}\text{F}$ liggen, we nemen een natte boltemp. van 150°F . De "humidity" voor verzadiging bij 150°F is: 0,2125 lb water/lb droge lucht. Voor adiabatische verdamping correspondeert dit met een temp. van 250°F van de drooglucht met een "humidity" van 0,1858 lb water/lb dr.l. (zie kaart). Deze lucht (250°F , humidity 0,1858) heeft een vochtig volume van 630 cuft/lbmol droge lucht, zie Perry, pag. 767. Nu weegt 1 lbmol lucht: 29,6 lbs. ($0,2 \text{ mol } \text{O}_2 + 0,8 \text{ mol } \text{N}_2 = 1 \text{ mol lucht}$) Het vochtige vol. is dus: $630/29,6 = 21,3 \text{ cuft/lb droge lucht}$. De snelheid is 185 ft/min, dus door 1 sqft bed gaat per min.: 185 cuft, dat is dus per uur: $60 \times 185 = 11100 \text{ cuft vochtige lucht}$. Dit komt overeen met: $11100/21,3 = 520 \text{ lb droge lucht/(hr)(sqft)}$
Dus $G = 520 \text{ lb/(hr)(sqft)}$.
====

e_s: De lading is: 3,62 lb droog prod./sqft, en de beddiepte is: 2" = $1/6 \text{ ft.}$, dus 3,62 lb dr.prod. heeft een inhoud van: $1 \times 1 \times 1/6 = 1/6 \text{ cuft.}$, ofwel $e_s = 3,62/1/6 = 21,72 \text{ lbs/cuft bed}$.
=====

D_p: $D_p = \frac{1}{8}'' = 1/24 \text{ ft.}$
=====

a : Het s.g. van droog zetmeel is: 1,50 volgens Perry, pag. 146. Stel dat de zetmeel in de constante ratio periode gemiddeld aan vocht bevat: $85,7 - \frac{85,7 - 42}{2} = 63,9\%$ vocht op droge basis, dan wordt

het s.g. van de vochtige zetmeel als volgt berekend:

$1,5 \text{ gr zetm.} = 1 \text{ cc}$
 $1,5 \times 63,9/100 = \frac{0,96 \text{ gr vocht}}{2,46 \text{ gr vocht.zetm.}} = 0,96 \text{ cc} + 1,96 \text{ cc, dus s.g.} = \frac{2,46}{1,96} =$
 $= 1,25 \text{ gr/cc} = 1,25 \times 62,43 = 78,4 \text{ lbs/cuft.}$
Nu is $e_s = 21,72 \text{ lb dr.zetm./cuft bed} = 21,72 \times \frac{63,9}{100} \times 21,72 = 35,59$
lb vocht.zetm./cuft bed.
Hieruit volgt: 1 cuft bed bevat $\frac{35,59}{78,4} = 0,455 \text{ cuft vocht.zetmeel}$.

1 Kubusje zetmeel heeft een oppervlak van $6 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 1,5 \text{ sqin.}$ en een inhoud van $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 1/8 \text{ cuin.}$
Nu is $0,455 \text{ cuft} = 785 \text{ cuin.}$ Dit komt overeen met $\frac{785}{1/8} = 6280 \text{ kubi.}$
Deze hebben een oppervlak van $6280 \times 1,5 = 9420 \text{ sqin.} = 9420 \times 0,0069 = 65,4 \text{ sqft.}$

Dus $a = 65,4 \text{ sqft.}$
=====

$(\Delta H)_m$: $(\Delta H)_m = \frac{H_2 - H_1}{\ln \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}}$, hierin is H_1 en ΔH_1 bekend, terwijl H_2 en ΔH_2 berekend moeten worden.

Nu is het aantal overdrachten $N_t = \frac{H_2 - H_1}{(\Delta H)_m} = \frac{\ln \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}}{\Delta H_2} = \frac{L}{H_t}$ als

L = diepte van het bed in ft en H_t = hoogte van een massaoverdracht-eenheid.

$$H_t = \frac{2,5}{a} (D_p \cdot G)^{0,41}, \text{ Perry pag. 805, dus } H_t = \frac{2,5}{65,4} \left(\frac{1}{24} \times 520 \right)^{0,41} =$$

$$= 0,1339, \text{ dus } N_t = \frac{2/12}{0,1339} = 1,244 = \ln \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}$$

Hieruit volgt: $\Delta H_2 = \Delta H_1 \cdot e^{-N_t}$

Nu is $\Delta H_1 = H_w - H_1 = 0,2125 - 0,1858 = 0,0267$ lb water/lb dr. lucht, waarin H_w = humidity bij verzadiging, dus bij natte boltemp. van 150°F .

Dus $\Delta H_2 = 0,0267 \times e^{-1,244} = 0,0076 = H_w - H_2$, of $H_2 = 0,2125 - 0,0076 = 0,2049$.

$$\text{Gesubst. in } (\Delta H)_m = \frac{H_2 - H_1}{\ln \frac{\Delta H_1}{\Delta H_2}} = \frac{0,2049 - 0,1858}{1,244} = \frac{0,01536}{\text{=====}} \text{ lb wat/lb dr. lucht}$$

Substitueren we al deze factoren in de formule, dan wordt:

$$\frac{dW}{dV} = \frac{0,42 \times 65,4 \times 520^{0,59} \times 0,01536}{21,72 \times (1/24)^{0,41}} = \frac{0,42 \times 65,4 \times 40,03 \times 0,01536}{21,72 \times 0,271}$$

$$= \frac{2,87 \text{ lb water/(hr)(lb dr.mat.)}}{\text{=====}} = \frac{0,048 \text{ lb wat/(min)(lb dr.mat.)}}{\text{=====}}$$

Er moet verdampen: $0,857 - 0,42 = 0,437$ lb wat./lb dr.mat., d.w.z.

dat 1 lb dr.mat.: $\frac{0,437}{0,048} = 9,1$ min nodig heeft om tot het kritisch vochtgehalte (42%) te drogen.

Het verblijf in de constante ratio periode is dus 9,1 min., dit is tevens de verstijfselingstijd.

Luchtrecirculatie.

Conditie van de lucht, die het bed ingaat: 250°F , humidity: 0,1858

" " " " " " " verlaat: 177°F , " : 0,2049

" " " " " " " vers aangezogen

wordt: 70°F , " : 0,0062

Stelt men de recirculatie op X%, dan worden dus X lbs lucht van 0,2049 gemengd met 1 - X lbs verse lucht van 0,0062 om 1 lb lucht van 0,1858 te vormen,

$$\text{ofwel: } (1 - X)(0,0062) + X \cdot 0,2049 = 1 \cdot 0,1858$$

$$\text{dus } X = \frac{0,1858 - 0,0062}{0,2049 - 0,0062} = \frac{0,1796}{0,1987} = 0,905$$

De recirculatie is dus 90,5%

Betstool herken
volgens de formule
→ ca 30 mi

B) Dalende ratio periode.

Totale droogtijd: 25 min
 Const.ratio per.: $\frac{9,1}{15,9}$ min
 dus dal.rat.per.: $\frac{9,1}{15,9}$ min
 =====

In deze tijd verdampt per lb dr.mat.: $0,42 - 0,082 = 0,338$ lb water,

dus $0,338$ lb wat/($15,9$ min)(lb dr.mat.) = $\frac{60}{15,9} \times 0,338 =$
 $= 1,276$ lb water/(hr)(lb dr.mat.)

Dus de $\frac{dW}{dt} = 1,276$ lb/(hr)(lb)
 =====

Nemen we dezelfde condities als in de constante ratio periode, dan hebben we dus lucht van 250°F met humidity: $0,1858$ lb wat/lb dr./lucht die het bed ingaat.

$G = 520$ lb dr.lucht/(hr)(sqft bed) en de lading = $3,62$ lbs dr.mat./sqft bed

Er verdampt $1,276$ lb wat/(hr)(lb dr.mat.) = $1,276$ lb wat/(hr)($\frac{1}{3,62}$ sqft bed)

= $3,62 \times 1,276 = 4,62$ lb wat/(hr)(sqft bed) sqft bed

Per uur gaat door een sqft bed 520 lb, lucht, die $4,62$ lb water opnemen, ofwel $4,62/520 = 0,0089$ lb water/lb dr.lucht.

$H_2 = \text{eindhumidity} = 0,1858 + 0,0089 = 0,1947$ lb wat/lb dr.lucht.

Volgens de bijgevoegde kaart komt dit overeen met een temp. van 217°F .

Luchtre circulatie.

Condities van de lucht, die het bed ingaat: 250°F , humidity: $0,1858$

" " " " " " " verlaat: 217°F , " : $0,1947$

" " " " " " " vers aangezogen wordt : 70°F , " : $0,0062$

Nu is weer: $(1 - X)(0,0062) + X \cdot 0,1947 = 1 \cdot 0,1858$

dus: $X = \frac{0,1858 - 0,0062}{0,1947 - 0,0062} = \frac{0,1796}{0,1885} = 0,954$

De recirculatie is dus $95,4\%$
 =====

6) Afmetingen van de droger.

De productie is $12,4$ lbs dr.mat./min. = 744 lbs/hr.

De lading is $3,62$ lbs dr.mat./sqft bed, dus per uur gaat door de droger: $744/3,62 = 205,5$ sqft bed/hr.

Volgens fig. 25, Perry pag. 827, heeft de droger dan een lengte van 35 ft. Deze lengte wordt doorlopen in 25 min., dus per uur legt de band af: $60/25 \times 35 = 84$ ft/hr.

De bandbreedte is dus: $205,5/84 = 2,45$ ft.

De lengte van de constant ratio periode is $9,1/25 \times 35 = 12,75$ ft, en de lengte van de dalende ratio periode: $35 - 12,75 = 22,25$ ft.

D) Luchthoeveelheden, aantal drogereenheden en ventilatoren.

a) Constante ratio periode.

Het bandoppervlak in deze periode bedraagt: $12,75 \times 2,45 = 31,2$ sqft. Per uur gaat door een sqft bed: 520 lbs dr.lucht = G.
Dit is dus $520 \times 31,2 = 16220$ lbs dr.lucht/hr.

De recirculatie bedraagt 90,5% (zie A), dus er zijn nodig:
 $90,5/100 \times 16220 = 14680$ lbs droge lucht/hr (met een temp. van 177°F en humidity 0,2049), en $16220 - 14680 = 1540$ lbs droge lucht/hr (met een temp. van 70°F en humidity 0,0062).

Verdeelt men deze periode van 12,75 ft lengte in 2 eenheden, dan zijn deze $\frac{1}{2} \times 12,75 = 6,38$ ft lang.

Iedere eenheid bevat 1 ventilator, die moet verwerken:

$\frac{1}{2} \times 14680 = 7340$ lbs droge lucht/hr = 122,4 lbs dr.lucht/min. met een temp. van 177°F en humidity 0,2045 lb wat/lb dr.lucht.

b) Dalende ratio periode.

Het bandoppervlak in deze periode bedraagt: $22,25 \times 2,45 = 54,5$ sqft. Per uur gaat dus $520 \times 54,5 = 28340$ lbs droge lucht/hr door het bed.

De recirculatie bedraagt 95,4% (zie B), dus er zijn nodig:
 $95,4/100 \times 28340 = 27000$ lbs dr.lucht/hr (met een temp. van 217°F en humidity 0,1947), en $28340 - 27000 = 1340$ lbs dr.lucht/hr (met een temp. van 70°F en humidity 0,0062)

Verdeelt men deze periode van 22,25 ft lengte in 3 eenheden, dan is de lengte per eenheid: $1/3 \times 22,25 = 7,42$ ft.

Iedere eenheid bevat 1 ventilator, die dus moet verwerken:

$1/3 \times 27000 = 9000$ lbs dr.lucht per uur (met een temp. van 217°F en humidity 0,1947)

c) Exhauster.

Uit de constante ratio periode wordt afgevoerd 1540 lbs droge lucht /hr (temp. 177°F , humidity 0,2049), en uit de dalende ratio periode: 1340 lbs dr.lucht/hr (temp. 217°F , humidity 0,1947)
Dus een totaal van $1540 + 1340 = 2880$ lbs dr.lucht/hr = 480 lbs /min, met een temp. van $\frac{1540}{2880} \times 177 + \frac{1340}{2880} \times 217 = 195,4^{\circ}\text{F}$ en een humidity van: $\frac{1540}{2880} \times 0,2049 + \frac{1340}{2880} \times 0,1947 = 0,2001$ lb wat/lb dr.lucht.

=====

11/10

Volters

Literatuur.

- Badenhuizen, "Chemie en technologie van het zetmeel", Delft 1951.
 Bios final report No 1005, No 1528, No 1559.
 Brautlecht, C, Ind.Eng.Chem. 32, 893, (1940)
 Howerton, W, - Ind.Eng.Chem. 40², 14 02, (1948)
 Müller, G, - - Chem.Met.Eng. 48, No 3, 78, (1941)
 Parow, E, - - "Handbuch der Stärkefabrikation", Berlin 1928.
 Perry, J, - - "Chemical Engineer's Handbook, 3^oedit., New York 1950.
 Shreve, - - - "The Chemical Process Industries", New York

RN

=====

Psychrometrische kaart, uitgebreid aan de hand van Perry, pag 766,
op dezelfde schaal als de kaart in het bezit van den Heer
Oosterwegel.

