

Mij. W.R. Sluiter Fabrieks-schema voor de bereiding van
Carbon Black

Merks

De naam carbon black is een verzamelnaam voor veel soorten "black", die alle uit bijna zuivere koolstof bestaan met wat O₂H, dat chemisch is gebonden. De deeltjes zijn van colloïdale afmetingen, waardoor hun eigenschappen vooreen groot deel worden bepaald. Hun fysische en chemische eigenschappen zijn vrij uniek.

Carbon black wordt tegenwoordig bereid door drie totaal verschillende processen, die alle drie een zeer verschillende kwaliteit carbon black leveren. Het oudste, het "channel black" proces bestaat reeds 70 jaar, de twee anderen, het "furnace combustion" en het "furnace thermal" proces zijn ± 5 j. oud.

De carbon black bereiding bevindt zich midden in een technologische revolutie, waarin een verschuiving is te zien van aardgas naar olie als grondstof, en van het channel proces naar het furnace proces, in verband met de economische factoren. Het nadeel van de channel methode is de geringe opbrengst (3-5% max) en de grote hoeveelheden aardgas, die voor een gestadige productie nodig zijn. De stijgende kosten van aardgas (van 1943 tot 1947 is aardgas 2x zo duur geworden, door de aanleg van pijpleidingen en door andere toepassingen) en de ontwikkeling van de kunst rubber leiden tot een snelle uitbreiding van het ~~proces~~ furnace proces (met een rendement van 30-40%), mede doordat het furnace proces voortdurend wordt verbeterd (research) en dit, ondanks alle research bij het

channel proces niet mogelijk is gebleken.

Voor de 1^o wereldoorlog werd carbon black voornamelijk voor verven en inktten gebruikt. De vraag nam daarna gestaadig toe doordat het toepassing vondt als vulmateriaal in rubber. Carbon black als vulmiddel versterkt de rubber aanzienlijk en vergroot de draagweerstand. (natuurlijke rubber bevat 25-30% carbon black)

Productie in 1912 $25 \cdot 10^6$ lb/jaar

1937 $500 \cdot 10^6$ "

1945 $1200 \cdot 10^6$ "

terwijl de productie nog voortdurende sterk stijgende is. Gedurende de 2^o wereldoorlog steeg de productie van kunst (G.R.S.) ~~syn~~ rubber geweldig. Daarbij bleek dat het Furnace combustion black uitstekende kwaliteiten bezat voor kunst-rubber, beter dan het channel black. De hoeveelheid carbon black die nodig is in kunst-rubber is groter dan in natuurlijke rubber. Zodoende nam de vraag naar furnace black sterk toe. Dit wil nog niet zeggen dat het channel black wordt verdrongen. Integendeel, channel black bezit bepaalde eigenschappen die met de andere methoden nog niet op economische wijze zijn verkregen. In de natuurlijke rubber en in lakken en vernissen en inktten wordt het channel black nog steeds gebruikt, bij de kunst-rubber is het echter geheel verdrongen. Na de 2^o wereldoorlog trad zowel een stijging in productie op van channel black als van furnace-black, zij het laatste in sterkere mate. Men voorziet echter dat het channel black op den duur echter alleen voor speciale doeleinden zal worden bereid. De M.S.A. zijn een van de voornaamste petroleum (bronnen) en zij zijn ook de voornaamste leveranciers van carbon black (90%) De fa-

brieken staan in afgelegen streken (in verband met de prijs van het gas en doordat een carbon black fabriek zeer "vuil" is) in Texas (90%), Louisiana en New Mexico. Enkele fabrieken zijn de Godfrey L. Cabot, Inc, de Columbian Carbon Co, United Carbon Co en de Continental Carbon Co. Deze industrie heeft een grote research.

De Ver. Staten gebruiken als grondstof methaan (aardgas), dat wordt gekraakt tot koolstof. In Canada gebruikt men acetyleen (uit CaC_2) en maakt daaruit acetyleenblack. De elektrische energie is in dit land goedkoop. Europa, v.n.l. Engeland en Duitsland, gebruiken aardgas of een ander gas, dat rijker wordt gemaakt door verdampte naphthenen, in verband met economische omstandigheden.

De hier beschreven fabriek gaat uit van aardgas.

De deeltjes grootte van carbon black ligt ongeveer tussen 50 en 500 $\text{\AA}$ (en hoger tot 1400). Voor verven en inkten ligt de grootte tussende 50 en 150 $\text{\AA}$, voor natuurlijke rubber is zij 350 $\text{\AA}$, voor kunst rubber nog hoger. Het is een vaste regel dat hoe kleiner de deeltjes zijn, hoe dieper het zwart is en hoe lager de opbrengst tevens (afbranden van het deeltje). Daarom verdienen voor verven en inkten kleinere deeltjes de voorkeur.

Het carbon black voor verf dient aan heel andere eisen te voldoen dan voor vulmateriaal, n.b. een lage p_H (13), een hoog percentage vluchtige bestanddelen (5-18%), en kleine deeltjes. Het % vluchtige bestanddelen staat in nauw verband met de zuurgraad: wordt de carbon black ontgast, dan neemt de p_H toe. Voor verfwart wordt het channel proces gebruikt, omdat channel black al deze gewenste eigenschappen

50 $\text{\AA}$

dit is een hoog
aloholisch

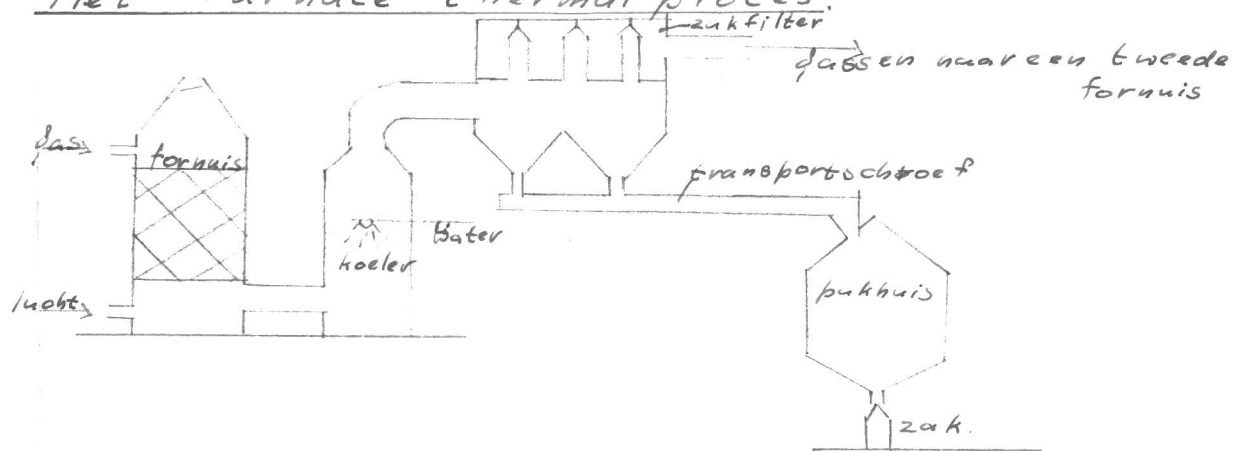
bezit. Aangezien de kost prijs van het aardgas bij de verf bereiding een geringe rol speelt, is het channel proces in deze tak van industrie niet oneconomisch (carbon black als vulmate-
riaal hangt echter zeer sterk af van de prijs van het aardgas). De furnace blacks verschillen in drie opzichten van het channel black, nl. gro-
tere deeltjes, practisch geen chemisch gebonden gas en een hoge p_H (± 9), ~~het is~~ ze zijn goedko-
per en minder zwart. Door nabehandeling met lucht kan de p_H dalen (tot ± 5) en het % vluchtige bestanddelen toenemen (tot 5%), zodat het voor goedkope verven kan dienen.

De vluchtige stoffen, die vnl uit chemisch ge-
bonden O, met wat H, bestaan, zijn noodzake-
lijk voor het carbon black dat voor de verf dient, daar het benatten hiërdoor wordt be-
vorderd, en wat nog belang rijk is, de dis-
persie wordt erdoor gestabiliseerd (de vluch-
tige stoffen beschermen elk deeltje als een
kussentje erom heen). Men vergroot het %
percentage soms, ten einde een bepaalde verf
of inkt te krijgen (bijv. bij zeer fijn verdeeld
carbon black, dat een te ^{hoog} adsorptie vermogen
voor olie heeft, waardoor een stijve, niet
smeerbare pasta zou ontstaan. Een hoog %
vluchtige bestanddelen voorkomt deze hoge
olie adsorptie).

Het aardgas wordt geleverd door
de petroleum raffinaderijen, waar het gas wordt
bevrijd van kleine hoeveelheden hogere fracties
(volgens de wet), of het komt van een droge
aardgas bron. Voor het grootste deel bevat
het gas een te hoog percentage aan H_2S (af-
valgas), zodat het voor de rubber industrie

eerst moet worden ontzwaveld. (bijv. volgens het Girbotol proces met aethanolamine) H_2S geeft bij verbranding SO_2 , waardoor het black een ongewenste zuurgraad krijgt. Gewoon aardgas is ook te krijgen in streken te ver van de bevolkte gebieden om nog voor andere doeleinden te worden gebruikt. 95% der productie dient voor de rubber industrie.

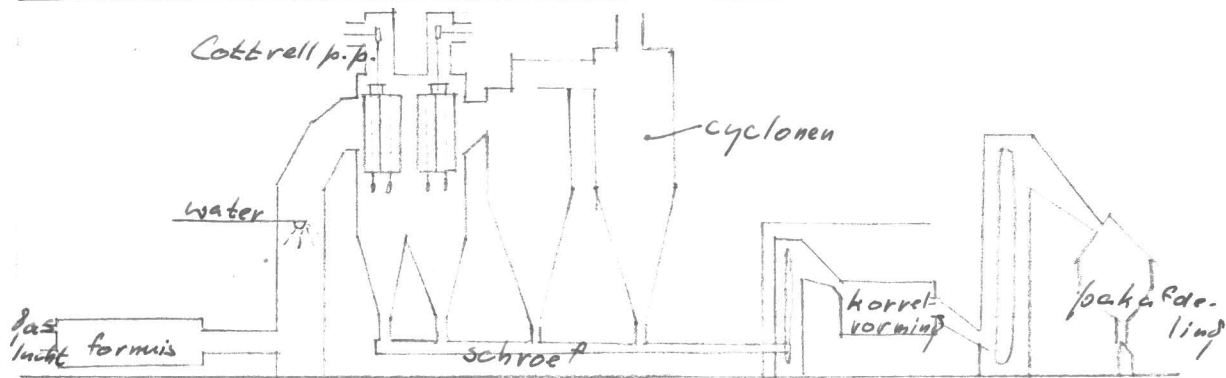
Het furnace thermal proces.



Carbon black ontstaat bij dit proces door thermisch kraken van aardgas. Het fornuis wordt eerst verwarmd door doorleiden van een brandend lucht-gasmengsel, dat van onderen wordt ingevoerd. Het fornuis is opgevuld met poreuse stenen ringen of iets dergelijks. De lucht toevoer wordt daarna stopgezet en dan wordt gas van boven naar beneden doorgeblazen. Door de warmte ontleedt het methaan in C en H_2 . De gassen met carbon black worden daarna gekoeld en geleid door een zakfilter, waarin het carbon black wordt opgevangen en van waar het verder wordt afgevoerd naar de pakafdeling. De niet omgezette gassen met H_2 worden naar een volgend fornuis geleid. Een bijproduct van de carbon black bereiding is H_2 .

Het carbon black is grofkorrelig en heeft een grijze kleur. Dit proces is zeer nieuw, en men voorspelt het een grote toekomst. Voor verf is het tot nu toe ongeschikt.

Het furnace combustion proces



Het carbon black ontstaat door een onvolledige verbranding van het aardgas. Het gas en de lucht worden van elkaar gescheiden toegelaten in het fornuis, d.m.v. grote spleetbranders. Deze branders dienen om te zorgen dat gas en lucht slecht mengen (de hoeveelheid lucht is voldoende om het aardgas volledig te verbranden, daarom is de constructie van de verbrandings ruimte zeer belangrijk) Hoe langzamer de instroom snelheid hoe slechter de menging is in het fornuis. Een gedeelte van het methaan verbrandt, het andere gedeelte ontleedt door de ontstane warmte.

De carbon black bevindt zich in een zeer stabiele colloïdale toestand en moet voordat het in de cyclonen wordt afgescheiden eerst (natroefing met water) worden uitgelokt met behulp van Cottrell praecipitators. De verzamelde carbon black werd vroeger jaren verpakt in papieren zakken, hetgeen een onplezierige werkwijze is, daar het black licht is en de omgeving bevuild. Er zijn verschillende processen

out wikkeld die zorgen dat het carbon black
 wordt gebracht in een stofloze korrelvorm
 (20-60 mesh) Hierdoor ontstaat minder verlies
 aan carbon black. Ze nemen minder ruimte in en
 nemen in pakhuizen minder vocht op. Ze bevatten
 minder ingesloten lucht en bevatten daardoor
 sneller. Ze moeten echter in kogelmolens worden
 gemalen. Men heeft een nat en een droog kor-
relproces. In het natte proces sproeit men
 water over de beweegende massa (uit de cyclon)
 tot ongeveer 75%. Het carbon black bevindt zich
 in een trommel met roterende penen of iets
 dergelijks. Het water vergemakkelijkt de
 korrelvorming. De korrels worden daarna in een
 roterende verhitte trommel in 45 min. gedroogd.
 Bij het droge proces bevindt het carbon black
 zich ook in een roterende trommel, door het
 gewicht klinken de deeltjes samen (grootte,
 hardheid en dichtheid, tot 20-25 lb/ft³, der
 korreltjes worden gecontroleerd door de in-
 voersnelheid, lading's diepte en rotatiesnelheid)
 Ook wordt de carbon black massa wel aan een
 zodanige heftige turbulentie onderworpen, dat
 het in ronde bolletjes wordt gedrukt. Het fur-
 nace combustion proces met de daarop volgende
 korreling dient val voor de rubberindustrie.
 De korreltjes zijn minder geschikt voor de verf,
 in verband met de verwijderde lucht.

Het channel-black proces.

In dit schema wordt het "channel" proces be-
 schreven, waarbij gedacht is aan de verfindustrie.
 Het channel proces berust op een zeer primi-
 tieve methode. Door branden van een aardgas
 vlam in onvoldoende lucht toevoer wordt in de

kern het aardgas gekraakt tot C en H_2 . In een normale vlam met voldoende lucht toevoer diffunderen de afgescheiden C en H_2 naar de buitenste zone, waar ze worden verbrand. De opbrengst aan carbon black is dan nihil.

Men laat de vlam nu echter botsen op een channel-ijzer (waarnaar het proces is genoemd), zodat de buitenste zone van de vlam wordt weggedrukt en de koolstof uit de vlam zich vrij kan afzetten op het ijzer. Factoren, die de opbrengst bepalen, zijn nauw verbonden met de aard van de vlam en met het channel-ijzer. Elk koolstofdeeltje in de vlam bewaart zijn individualiteit doordat het bij deze hoge temperatuur ($1000-1200^\circ C$) elektronen uitzendt en dus wordt geladen.

Door het channel-ijzer wordt hun weg verstoord en zetten zij zich in lagen af. Doordat elk deeltje door een gaskussentje is omgeven behoudt het zijn individualiteit ook daar.

Het carbon black in de vlam wordt gevormd door macromoleculen. Tijdens het opstijgen in de vlam veranderen de karakteristieke eigenschappen van de deeltjes snel. Voor een willekeurige kwaliteit black dient de vlamhoogte daartoe op een nauwkeurige wijze te worden bepaald.

Men moet hier opbrengst en kwaliteit van elkaar onderscheiden. Vaak wordt een geringe kwaliteit in geringe opbrengst verkregen. Factoren die de opbrengst en kwaliteit bepalen zijn o.a.

1) de aard van het gas. Een stof met hoger moleculair gewicht zal gemakkelijker kraken. Door mengen van het gas met

stoffen met hoger moleculair gewicht ontstaan grotere deeltjes in een grotere opbrengst. Verdunt men het gas van te voren met zuurstof of lucht, dan wordt een lage opbrengst aan hoge kwaliteit verkregen: de deeltjes verbranden gedeeltelijk in de vlam (deeltjes grootte tot 20 ^{de} ~~nm~~ voor speciale drukkinkten en "high-colour" verven)

2) de vlam hoogte (gewoonlijk 5 tot 10 cm) reeds genoemd. Bij een te lange vlam diffundeert zuurstof naar binnen en een gedeelte van het carbon black wordt weer verbrand. Het resultaat is een kleine deeltjes grootte en een lage opbrengst.

3) de gas snelheid en de spleet breedte. Een hoge gas snelheid geeft een sterkere menging met de omringende lucht. Het gevolg is eveneens kleinere deeltjes.

4) de vorm van de vlam. Er zijn drie typen vlammen, nl de rattenstaart vlam (een zeer lage opbrengst en dus nauwelijks gebruikt, alleen bij zeer hoge kwaliteit), de vleermuis vleugel vlam (zeer veel gebruikt) en de visstaart vlam. Deze laatste bestaat uit twee dunne vlammetjes die op elkaar botsen en zodoende een verspreiding van de vlam geven. De vleermuis vleugel vlam heeft het voordeel boven de rattenstaart vlam, dat de opbrengst binnen een zeer groot gebied vrijwel onafhankelijk is van de gasdruk. In de verf industrie worden alle drie de vlamtypen toegepast.

5) de temperatuur van het channelizer.

De meest gunstige temperatuur is 500°C. De channels worden niet apart gekoeld, dit zou slechts de opbrengst verlagen. De trek van de lucht is voldoende voor de koeling.

6) de snelheid van de channelizers. De channels

bewegen heen en weer over vaste schrapers, die het afgezette carbon black verwijderen. Bewegen de channels zich langzaam, dan wordt het carbon black ook langer aan de hogere temperatuur blootgesteld en neemt het percentage vluchtige bestanddelen toe en de eigenschappen veranderen.

g) de grootte van het channel ijzer en de onderlinge afstand der vlammen. - Ijzer is wel het meest geschikte materiaal voor de channels. (de allereerste fabrieken gebruikten hiervoor steen, maar dat voldeed niet)

h) de vorm van het vlamhuis is een zeer belangrijke factor. De vorm is overal dezelfde.

Beschrijving van het schema. (tekening)

Het gas (aardgas) wordt opgeslagen in gashouders. Het wordt in hoofdleidingen vooreien van druk regelaars naar de vlamhuizen gebracht waar het wordt verdeeld naar de brandpijpen.

Elk vlamhuis bestaat uit een geraamte van ijzeren stangen dat bekleed is met platen ijzer. Het geschetste huis is 2,75m lang, 3m breed en 2,75m. hoog (tot aan de dakrand; tot aan het dakpuntje 30-60cm erby) Bij de bodem zijn trekopeningen gelaten voor de lucht toevoer. Het huis heeft een schuin dak, waarin van boven ook openingen zijn gelaten, waardoor de rookgassen ontvrijken.

In elk huis bevindt zich een tafel (soms 2, in een dubbelhuis), die door de gehele lengte van het huis loopt op een hoogte van ongeveer 1,8m van de grond. De tafel bestaat uit 8 rijen channels, elk channel ijzer is 20 à 25cm breed. De channels hangen aan een frame werk, dat over

rails (boven in het huis aangebracht) loopt. Een raderkast zorgt voor de heen en weer gaande beweging der channels. De snelheid kan bijv. liggen tussen 30-60 cm/min, over een afstand van 1,5 - 2,5 m.

Onder de channel ijzers bevinden zich, in de lengte richting van het huis de verstelbare brandpijpen. Deze pijpen hebben een lengte van bijv. 1,5 m. Elke brandpijp heeft 10 gegroefde lavamondstukjes (0,5-1,5 mm breed) waaruit het gas stroomt, op een onderlinge afstand van 12 cm. De brandpijpen bevinden zich onder het midden van elke channel. Om de 1,5 m zijn, in de dwarsrichting, platte trechters geplaatst met vaste, of mechanisch bewogen, schrapers (het afschrappen van het carbon black in één richting geeft een mooier black). De schrapers bevinden zich beneden en op 25 van de channels. ^{die uitmondt op een hoofdtransport schroef} Onder de trechters in de lengte richting loopt een transport schroef. In een eenheid horen meestal 30 tot 1000 huizen, met een eigen kracht levering etc. Een fabriek bestaat uit 2 tot 12 eenheden. Bij deze fabriek is gedacht aan één eenheid van 10 huizen, die een bepaald soort black afleveren.

De lucht toevoer in het vlamhuis wordt nauwkeurig bepaald door een wolk van rook, die boven in het gebouw hangt en tot juist aan de vlammetjes reikt. Bij een onvoldoende lucht toevoer zakt het vordijn en dooft de vlammen. Bij een te grote lucht toevoer gaan de vlammen flikkeren. Veel hangt in deze fabriek af van de bedrijfsman: met één oogopslag kan hij aan het rook vordijn zien of de gewenste kwaliteit wel wordt geleverd. (het weer buiten speelt hierbij ook een rol) Deze methode is nauwkeuriger gebreken dan een chemische analyse

van de rookgassen

Het afgeschraapte carbon black valt in de trechters en wordt verder vervoerd naar de pak afdeling. Voor het zoveris, moet het eerst zijn gereinigd van grit, d.z. harde stukjes kool, binnen gewaad zand, kalk, e.d., ijzer- en roest deeltjes. Vroeger werd het grit verwijderd door de massa te zeven door een ijzeren scherm met openingen van 40 tot 60 mesh, waardoor het carbon black werd geborsteld. Later gebruikten men zijden doeken, het grit aan de doeken werd periodiek verwijderd. Tegenwoordig gebruikt men een exhauster, die de zware deeltjes eruit slingert. Het carbon black wordt dan afgescheiden in een cycloon, van waar uit het nog eens wordt gemalen in een micromolen teneinde een meer uniforme deeltjes grootte te krijgen. Dit malen is noodzakelijk om strepen in de verf te voorkomen en bovendien reduceert het de maal energie daarna in de verf walsen molen. Zijn alle stukjes fijn gemalen dan dient de dichtheid van het carbon black te worden verhoogd, aangezien het carbon black op deze wijze niet hanteerbaar is ($0,16 \div 0,32 \text{ kg/lm}^3$). De dichtheid wordt verhoogd tot $190 \div 225 \text{ kg/lm}^3$. Dit gebeurt door het carbon black in een cilinder met langzaam draaiende roerarmen te brengen. Het dichte carbon black zakt naar beneden en wordt verder getransporteerd naar de pak afdeling, waar het in zakjes wordt ^{verpakt} en wordt verzonden.

1. De productie is berekend op 10.000 lb/dag (4540 kg/dag) of $52,5 \text{ l/sec}$, per second. Dit heeft een volume van $2,1 \text{ l/sec}$. De hoeveelheid benodigde gas bedraagt ca. $10 \cdot 10^6 \text{ ft}^3 \div 15 \cdot 10^6 \text{ ft}^3$ (voor de rubber industrie is dit minder, $5 \div 10 \cdot 10^6 \text{ ft}^3$) d.i. $280.000 \div 560.000 \text{ m}^3 \text{ gas/dag}$

2 De grootste deeltjes worden niet in een cycloon verwijderd, omdat de daarop volgende cycloon dan te groot zou worden. In plaats van uitslingeren in een exhauster is gedacht aan een bezinking door de zwaarte kracht, hoewel uitslingering effectiever zal zijn.

Volgens de wet van Bernoulli oefent een stromend gas of een stromende vloeistof een druk uit van $\frac{1}{2}mv^2$ dyn/cm^2

Een rond deeltje met straal r heeft een gewicht van $\frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho_s$, en een dwarsdoorsnede van πr^2 .

De kracht die wordt uitgeoefend door het deeltje wordt dan $\frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho_s \times g / \pi r^2 = \frac{2}{3} d \times \rho_s \times g$ dyn/cm^2 (d = diameter der bol, $g = 981 \text{ cm/sec}^2$)

Hierbij is niet in aanmerking genomen dat het deeltje rond is (het is onigszins gestroomlijnd, wat de druk zal doen veranderen) Is de opwaartse lucht snelheid nu zo groot dat

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{2}{3} d \times \rho_s \times g,$$

dan blijft het deeltje zweven. In werkelijkheid zijn de ^{grit} deeltjes niet rond (de carbon black deeltjes zijn wel zuiver rond) maar hoekig of het zijn bladdertjes. Met boven genoemde aanname wordt echter alleen bedoeld dat een deeltje met gewicht $G = \frac{4}{3}\pi r^3 \times \rho_s$, een "druk" naar beneden heeft van $\frac{2}{3} d \times \rho_s \times 981 \text{ dyn/cm}^2$.

Het carbon black wordt vanuit de transport-schroef weggeblazen met een snelheid van $11,3 \text{ m/sec}$ (buis diameter 5 cm), om ^{ook} de allerzwaarste deeltjes mee te nemen. De hoeveelheid gas, die door de leidingen stroomt, bedraagt $22,66 \text{ sec}$ (de verduunning van het carbon black is $\frac{22,6}{2,1} = 10,8 \times$)

Het gas dat beladen is met carbon black en met grit deeltjes komt dan in een bezinkbak, waar van de grootte berekend is op $20 \times 20 \times 100 \text{ cm}$

Het gas stroomt hierdoor heen in 1,7 sec. De snelheid wordt er gereduceerd tot $22.600/400 = 56,5 \text{ cm/sec}$.

De volgende deeltjes zullen hier naar beneden zakken

$$d_{\text{carbon black}} = 15 \mu$$

$$d_{\text{ijzer}} = 5 \mu$$

$$d_{\text{zand}} = 12 \mu$$

$$\text{daar } \frac{1}{2} m_{\text{lucht}} = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$s.g. \text{ c.b.} = 2 \text{ (gesteld)}$$

$$s.g. \text{ zand} = 1,65$$

$$s.g. \text{ ijzer} = 7,8$$

$$\text{en } 6 \cdot 10^{-4} \times (56,5)^2 = \frac{2}{9} d \times 981 \times s.$$

In de praktijk zullen ^{deze} deeltjes nog wel worden meegenomen, maar het grootste deel is er nu uit en wordt afgevoerd.

Het gas met carbon black wordt dan omhoog geblazen met een snelheid van $2,9 \text{ m/sec}$ (buis diameter 10 cm).

In de cycloon moeten deeltjes worden verwijderd tot $0,1 \mu$ (de losse deeltjes beneden de $0,1 \mu$ worden weer terug gevoerd, de deeltjes vlokken wel enigszins samen, aan gezien ze zijn afgeschraapt).

De snelheid wordt dan bij $d = 0,1 \mu$ en $s.g. = 2$

$$v^2 = \frac{2}{9} \times \frac{0,1 \times 10^{-4} \times 2 \times 981}{6 \cdot 10^{-4}} = 21,8$$

$$v = 4,7 \text{ cm/sec.}$$

Het oppervlak der cycloon doorsnede wordt

$$\frac{\text{Volumel/see}}{\text{snelheid/sec}} = \frac{22.600}{4,7} = 4800 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1}{4} \pi D_c^2 = 4800$$

$$D_c = \sqrt{6100} = 78 \text{ cm, afgerond tot } 80 \text{ cm.}$$

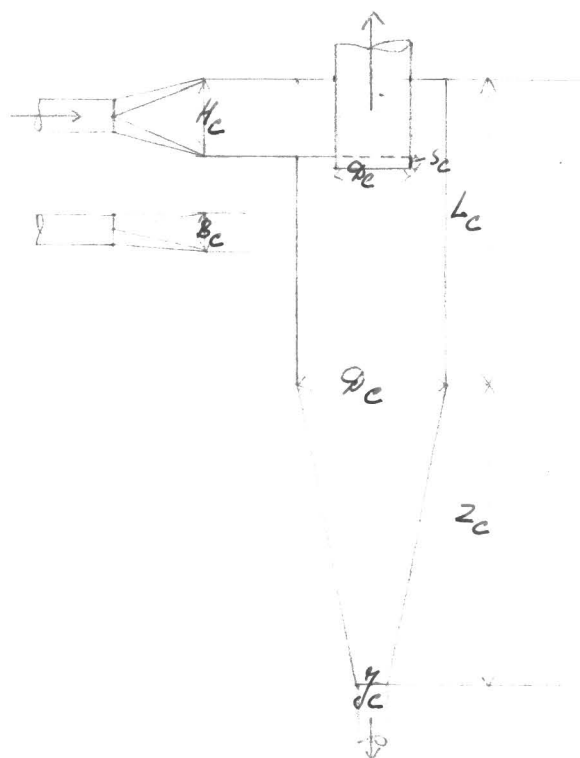
De afmetingen der cycloon volgens Perry zijn:

$$D_c = 80 \text{ cm}$$

$$B_c = \frac{1}{4} D_c = 20 \text{ cm}$$

$$D_d = \frac{1}{2} D_c = 40$$

$$\begin{aligned}
 H_c &= \frac{1}{2} D_c = 40 \text{ cm} \\
 L_c &= 2 D_c = 80 \\
 S_c &= \frac{1}{8} D_c = 5 \\
 Z_c &= 2 D_c = 80 \\
 r_c &= \frac{1}{4} D_c = 10 \quad (\text{niet gekend})
 \end{aligned}$$



In de micromolen worden de grove deeltjes gemalen. In de molen is evenwicht tussen de centrifugaalkracht en de stroom. De centrifugaalkracht werpt de grove (zware) deeltjes terug in de molen, de kleine deeltjes worden door de luchtstroom meegevoerd. De maximum grootte der deeltjes wordt gecontroleerd door de luchtstroom. Het gas met carbon black beladen treedt uit de molen met een snelheid van 24 m/sec , overeenkomende met een deeltjesgrootte van $\frac{3}{2} \times \frac{9,135 \times 10^{-4}}{2 \times 981} \text{ cm} = 2,5 \mu$. Grovere deeltjes worden niet meegevoerd.

De totale gasdoorvoer is $7200 \text{ cm}^3/\text{sec}$.

De deeltjes worden in een cycloon afgescheiden tot $0,1 \mu$.

$$v^2 = \frac{2 \times 9,1 \cdot 10^{-4} \times 2 \times 981}{6 \cdot 10^{-4}}$$

$$v = 4,7 \text{ cm.}$$

De doorsnede van deze cycloon wordt

$$\frac{vol}{vel} = \frac{7200}{4,7} = 1530 \text{ cm}^2$$

$$D_c = \frac{\sqrt{1530}}{0,705} = 44 \text{ cm}$$

$$B_c = 11 \text{ cm}$$

$$D_e = 22$$

$$H_c = 22$$

$$L_c = 0,8$$

$$S_c = 5\frac{1}{2}$$

$$Z_c = 0,8$$

- 3 De hoogte der leiding naar de 1^o cycloon is 4,5 m, de doorvoersnelheid is 2,9 m/sec, doorsnede der buis is 10 cm.

De druk die het carbon black door zijn gewicht beneden in de buis uit oefent is

$$\left(\frac{\text{hoogte}}{\text{snelheid}_{\text{buis}}} \right) \times \text{gewicht per sec (aanvoer)} \times \frac{1}{D_{\text{buis}}} \times g =$$

$$\frac{4,5 \times 52,5 \times 981}{2,9 \times 78,5} = 1030 \text{ dyn/cm}^2$$

De Reynolds getallen zijn voor de zuigleiding ($\phi 10 \text{ cm}$)

$$Re_1 = \frac{\phi \times V}{\eta / \rho} = \frac{10 \times 290 \times 1,3 \cdot 10^{-3}}{190 \cdot 10^{-6}} = 19700$$

voor de blaasleiding ($\phi 5 \text{ cm}$) en $v = 11,3 \text{ m}$ is $Re_2 = 384.000$.

De wrijvingsfactor is $f = 0,0035 + 0,264 \left(\frac{1}{Re} \right)^{0,42}$

$$f_1 = 0,0035 + 0,0042 = 0,0077$$

$$f_2 = 0,0035 + 0,0012 = 0,0047$$

Het druk verlies is

$$\Delta p = 4f \times \frac{1}{2} \rho v^2 \times \frac{L}{D}$$

$$\Delta p_1 = 4 \times 0,0077 \times 6 \cdot 10^4 \times 290^2 \times \frac{450}{10} = 70 \text{ dyn/cm}^2$$

$$\Delta p_2 = 4 \times 0,0077 \times 6 \cdot 10^4 \times (11300)^2 \times \frac{450}{5} = 132.000 \text{ dyn/cm}^2$$

Het druk verval in de laatste ^(blaas-)leiding is wel wat groot. Beter is misschien een stukje van 5 cm lengte te nemen, dat een doorsnede heeft van 5 cm, de rest van de buis heeft dan een doorsnede van 10 cm. Het druk verval over het kleine stukje wordt $\frac{1}{500}$ ¹⁰ van de hoge waarde en wordt dus 132 dyn/cm^2 .

De exhaustor op de 1^{ste} cyclus moet een paar duizend dyn/cm^2 kracht kunnen leveren, dus een druk kunnen geven van enkele cm water, boven de 3 cm en een hoeveelheid lucht kunnen verplaatsen van $22600 \text{ cm}^3/\text{sec}$ (baby-exhaustor)

Voor de tweede cyclus is

$$R_{\text{zuigl.}} = \frac{\frac{(\phi) (\psi) (P)}{20 \times 24 \times 1,3 \cdot 10^{-3}}}{190 \cdot 10^{-6} (\eta)} = 3300$$

$$f = 0,0035 + 0,0087 = 0,0122$$

$$\Delta p = 4 \times 0,0122 \times 6 \cdot 10^4 \times 24^2 \times \frac{300}{20} = 0,025 \text{ dyn/cm}^2$$

Het druk verlies aan wrijving is in deze leiding nihil. De wrijving en druk weerstand in de molen, waar deze cyclus op aansluit, is onbekend.

Geraadpleegde literatuur

1. C. L. Mantell (1946)
Industrial Carbon, Its elemental, adsorptive and manufactured forms.
2. Encyclopedia of Chemical Technology
Kirk-Othmer - Vol. 3 6134 - Carbon black.
3. J. T. Cox Jr - High quality - high yield carbon black - Chem Eng 57 (1950) No 6, 116

- 4 G Kiddoo - Carbon black -
Chem. Eng 58 (1951) No 5 I, 108
- 5 B Miller - Chemical Utilization of natural gas.
Carbon black -
Petr. Refiner 24 (1945) No 5, 121
- 6 A. Speady - Carbon blacks: their manufacture
and use in industry.
Chem. and Industry (1946), 354
- 7 H. W. Grote - Control tests of uniformity in the
manufacture of Carbon black -
Rubber chemistry and Technology (1938) 11, 590.
- 8 H. Beyer - Neuerungen bei der Herstellung von Ruzs
Farbe und Lack, (1930) p 78
- 9 F B Jones, C H Watts - Black pigments -
The Oil and Colour Trades Journal (1937) 91, 341.
- 10 W. B. Wiegand - Notes on the carbon black flame.
Ind. Eng. Chem. (1931) 23, 173
- 11 A O Neal - The channel black process
Chem. Met. Eng (1920) 27
- 12 G. J. Duffy - Channel and furnace carbon blacks -
Official Digest Federation Paint and Varnish Pro-
duction Clubs No 293 (1949) 347
- 13 J. Drošin (1945) - Developments and Status of car-
bon black.
- 14 W. Esch
a Gas ruzs herstellung und Verbrauch des Vereinigten
Staaten - Der Farben Chemiker (1938) 9 30
b Einfluss der physikalischen Eigenschaften von Gas-
ruzs auf seine Färbkraft. (1934) 249.
- 15 Faith, Keyes, Clark - Industrial Chemicals, p 178
- 16 Perry, (abscheiden oarstoff)
- 17 B70S
C70S