

ADOBS POTASSICS

per ELIAS BARTOS, LLIC. CI.

EL potassi es troba abundantament en terres laborables, però formant combinacions tan estables que la seva descomposició lenta no en proporciona la quantitat que el desenrotllament normal d'una planta requereix. La necessitat de reposar artificialment aquests elements de nutrició i de fer-ho en formes fàcilment assimilables han elevat extraordinàriament la importància dels adobs potàssics.

S'ha intentat l'extracció de sals potàssiques de diverses matèries primeres, tals com silicats, melasses de remolatxa, aigua del mar, cendres de fusta, cendres d'algues; però el volum major d'adobs potàssics ha estat sempre subministrat pels jaciments naturals.

El primer jaciment conegut fou el de Stassfurt, el qual constituí durant cinquanta anys l'únic proveïdor del mercat mundial. L'any 1904 es descobriren els jaciments alsacians; però fins el 1920 no s'hi inicia una activitat digna de tenir-se en compte. El jaciment espanyol es descobrí en 1912 i fou en 1925 quan les seves sals potàssiques començaren a prendre lloc en el mercat. Avui dia, el nombre creixent d'empreses que es llicencien decididament a l'explotació de concessions mineres fa suposar que la conca potàssica catalana assolirà d'ací algun temps una envejable importància mundial.

La comparació dels tres jaciments dona la preponderància a l'espanyol, el qual, d'acord amb les dades publicades pel Sr. Agustín MARÍN al *Boletín del Instituto Geológico*, té 42 quilòmetres de llarg per 15 d'ample, i la potència mitjana de les seves capes és netament superior a la d'Alsàcia i igualada solament en alguns màxims per la d'Alemanya.

El mecanisme de la formació geològica dels jaciments potàssics catalans és anàleg al dels restants dipòsits salins en general. El que avui és Aragó i part de les províncies de Lleida i Barcelona formava antigament un immens llac, comunicat amb el mar durant alguns períodes o isolat en altres. Un primer moviment emergent tragué fora de l'aigua marina aquests terrenys i quedà una llacuna, delimitada aproximadament per una línia que unís les localitats que ara són Sort, Lleida, Manresa, Vic i Figueres. Durant la fi de l'Eocèn i principi de l'Oligocèn, una intensa evaporació de les aigües de la llacuna, en determinades condicions de temperatura, originà una ben de-

finida estratificació de sals que formaren el jaciment avui conegut. No hauria arribat fins als nostres dies aquesta riquesa natural, si no s'hagués dipositat després una capa impermeable argilosa que protegí tot el dipòsit salí contra posteriors dissolucions per les aigües de filtració.

La capa salina així tancada entre altres terrenys, experimentà, després, totes les pressions laterals a què estigué sotmès el territori i s'originaren gran nombre d'anticlinals i falles; aquestes desigualtats, en no pocs punts, afavoreixen l'explotació, per haver tret els estrats potàssics més a flor de la superfície.

MINERALS DE POTASSI

Les combinacions potàssiques que principalment es troben en els jaciments naturals són:

Sulfats: tal com la *keïnita* $\text{SO}_4\text{K}_2 \cdot \text{SO}_4\text{Mg} \cdot \text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; el sulfat potàssic amb distintes quantitats d'aigua.

Silvinites: Cristal·logràficament, la silvinita és el ClK; en els jaciments es troba acompanyada de quantitats variables de ClNa isomorf amb ella. Les silvinites es troben, generalment, formant la base dels jaciments, puix que en una solució saturada de clorur potàssic, clorur magnèsic i clorur sòdic, és en gairebé tots els casos pràctics el clorur potàssic el que primer cristallitza. Sobretot, les varietats riques d'aquest mineral són de gran valor, ja que poden ésser entregades al consum amb solament una lleugera preparació, purament mecànica, i un control de la seva riquesa per a servir un tipus homogeni.

Carnalita: $\text{ClK} \cdot \text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$; impurificada en els jaciments per quantitats variables de clorur sòdic. És el mineral més abundant de potassi i, per tant, aquell els processos d'aprofitament del qual són més coneguts i detallats.

EXTRACCIÓ DEL CLORUR POTASSIC

S'ha parlat, al principi d'aquest treball, de procediments que cercaven l'aprofitament del clorur potàssic de molts distints orígens, altres que els jaciments naturals. Sense que cap dels dits procediments hagi estat econòmicament satisfactori—donada la pobresa en sals potàssiques de les matèries primes—tècnicament han estat ben resolts i és interessant llur coneixença abans d'exposar en detall els procediments usuals. Anem a donar una lleugera idea sintètica del que són dos d'aquests procediments.

Procediment que aprofita l'aigua de mar

L'aigua de mar es concentra fins que marca 28° Bé. A partir d'un cert punt d'aquesta operació i segons la temperatura a la qual s'opera, comença a cristallitzar el clorur sòdic i es pot calcular que quan el líquid marca 28° Bé han cristallitzat 4/5 del clorur sòdic total. Queden, per tant, en dissolució, com a components principals, SO_4Mg , ClK i ClNa . Si aquesta solució la refredem fins a -10° , cristallitzarà, per doble descomposició, el SO_4Na_2 , com més insoluble en aquestes condicions, i tindrem en la solució ClK i Cl_2Mg . Concentrant el líquid fins a 34° Bé i refredant cristallitza la carnalita $\text{ClK} \cdot \text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, la qual es pot tractar com més endavant és dirà en referir-nos a la carnalita natural. No cal insistir molt per a fer veure que un tal procediment no pot subsistir front a front dels que aprofiten jaciments naturals, puix en ell, després d'una sèrie d'operacions costoses, obtenim no clorur potàssic, sinó carnalita, cosa que en els jaciments està ben abundant.

Aprofitament de cendres d'algues

Part de les indústries que obtenen iode a partir d'algues, ho fan incinerant aquestes. La composició d'aquestes cendres és, aproximadament:

ClK	18 %
SO_4K_2	6 %
ClNa	15 %
SO_2Na_4	2 %
Sals de I	0.5 %

El líquid de la dissolució completa d'aquestes sals es concentra fins 34 ó 35° Bé. En el transcurs d'aquesta concentració, anàlogament a ço que succeeix en l'anterior procediment, cristallitza el clorur sòdic. El líquid refredat a la temperatura ordinària abandona el ClK i SO_4K_2 . De totes maneres, el cost, en aquest cas, és més beneficiós si es té en compte que les sals potàssiques apareixen com un sobreproducte; però la quantitat que per tal procediment pot ésser obtinguda representa una part ínfima de la que el món necessita.

Per tant, són els jaciments naturals els que proporcionen la quasi totalitat de les sals potàssiques necessàries, les quals són obtingudes pels procediments que descriurem a continuació.

APROFITAMENT DE LES SILVINITES

Hem parlat ja de la facilitat d'aprofitament de les silvinites riques i ens estem d'insistir sobre aquest procediment degut a la seva senzillesa. Desgraciadament, ni a la conca potàssica espanyola—ni a les altres tampoc—és molt gran el tonatge de mineral d'aquesta naturalesa i, per tant, el seu aprofitament no constitueix un mètode general.

Referint-nos a les silvinites espanyoles i prenent les dades referents a aquest assumpte publicades per "Minas de Potasa de Sùria, S. A. E.", en un fullet de 1924, podem donar anàlisis de tres tipus de silvinita corrents en els jaciments dels quals la Societat disfruta de concessió. Són els anàlisis:

	i	II	III
ClK	77.0 %	72.44 %	97.0 %
ClNa	16.06 %	22.56 %	} 2.4 %
Altres... ..	6.81 %	5.00 %	

Com a tipus mitjà se'ls assigna una composició:

Insoluble... ..	0.57 %
Humitat... ..	0.08 %
SO ₄ Ca	1.36 %
SO ₄ Mg	0.60 %
ClK	65.62 %
Cl ₂ Mg	0.32 %
ClNa... ..	31.34 %

Veiem, doncs, que en general la riquesa en clorur potàssic no arriba a ésser la que ordinàriament s'exigeix en el comerç i, per tant, en la seva quasi totalitat, les silvinites han d'ésser objecte d'un enriquiment.

Essent el clorur potàssic i el clorur sòdic els que entren en major proporció en la constitució d'una silvinita, és a ells, principalment, on hem de dirigir l'atenció, amb exclusió dels altres components; i és llur solubilitat relativa el que ens interessa. I diem la solubilitat relativa dels dos clorurs, perquè per a estudiar les condicions de separació per cristallització irracionada del sistema ClNa.ClK no ens serveixen les corbes de solubilitat de cada un d'ells isolat, puix que la solubilitat d'un qualsevol no és la ma-

teixa en l'aigua que en una solució de concentració variable de l'altre. (Figura I).

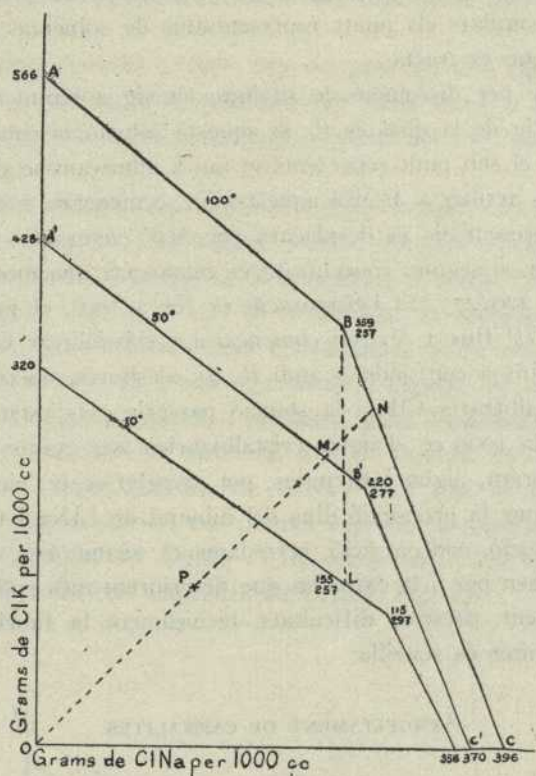


Fig. 1

Representem en un sistema d'eixos triangulars, les concentracions en CIK sobre OY i les concentracions en ClNa sobre OX .

Si a 100° fem una dissolució de CIK en aigua fins a saturació, veurem que per 1000 d'aigua fem 566 de CIK; si, mantenint constant la temperatura, anem afegint a aquesta solució quantitats creixents de ClNa, anirà precipitant CIK i la solució anirà passant pels estats que representen els punts del segment AB :

En arribar a B no es dissol ja més ClNa; és, per tant, aquest un punt de saturació en els dos clorurs. Si els 1000 cc d'aigua a 100° els saturem amb ClNa, solament n'haurem d'emprar 396 grams: si a aquesta solució li afegim quantitats creixents de CIK anirà precipitant ClNa i la solució vindrà representada per punts del segment CB . En arribar a B ja no es dissol més ClNa. Aquest assaig a 100° el podem fer a diferents temperatu-

res, amb la qual cosa obtindrem isoterms que ens diuen les possibilitats de sistemes ClNa-ClK. En cada una, els segments anàlegs a AB representen la saturació en ClK; els anàlegs a BC la saturació en ClNa i les superfícies $OABC$ i similars els punts representatius de solucions possibles a la temperatura a què es tracta.

Suposem que per dissolució de silvinita en aigua tenim una solució el punt representatiu de la qual és P : si aquesta solució la concentrem a 50° de temperatura, el seu punt representatiu anirà allunyant-se de l'origen per la recta OP fins arribar a M . En aquest punt, començarà a separar-se ClK i el punt de representació es desplaçarà per MB' envers B' , fins arribar a B' ; a partir d'ací, si seguim concentrant es remarcarà una mescla ClNa-ClK en la proporció 220/277. Si l'evaporació es fés a 100° , el punt P s'aniria desplaçant per OP fins a N . Ací començaria a cristallitzar ClNa i el punt aniria per NB fins a confondre's amb B . Si, aleshores, deixéssim refredar fins a 10° , cristallitzaria ClK i la solució passaria pels estats representats per BL . Per cada 1000 cc d'aigua, cristallitzarien 204 grams de ClK. Amb l'aigua mare sobrant, aigua i silvinites, pot arreglar-se un cicle de fabricació, variable segons la proporció dins del mineral de ClNa i ClK. Les operacions de dissolució, concentració, refredaments, rentat, etc., són anàlogues a les que s'efectuen per a la carnalita que descriurem més endavant. Encara que, industrialment, presenti dificultats, tècnicament la fabricació de ClK a partir de silvinites és senzilla.

APROFITAMENT DE CARNALITES

L'espècie química carnalita, $\text{ClK} \cdot \text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, no es troba a l'estat de puresa, sinó acompanyada de quantitats de ClNa bastant crescudes i petites porcions d'altres cossos com SO_4Ca i bromurs que poden ésser, aquests darrers, objecte d'indústria apart. També és freqüent que el ClK i Cl_2Mg no es trobin en l'exacta proporció per a formar carnalita, sinó que hi ha un, generalment petit, excés d'alguns d'ells. El següent anàlisi pot donar-se com el d'un tipus molt comú de carnalita dins de la conca potàssica catalana.

ClK	17.0 %
Cl_2Mg	23.0 %
ClNa	28.0 %
SO_4Ca	1.3 %
SO_4Mg	0.4 %
Insoluble	2.5 %
Aigua i altres	27.8 %

En ell, els elements d'importància són els tres clorurs sòdic, potàssic i magnèsic que cal separar.

Existeix un procediment d'extracció del ClK sense dissolució en aigua. És el següent:

Si la carnalita s'escalfa a 167° , fon, en part, en una aigua de cristallització i queda un residu sòlid constituït per ClK. Però si aquest líquid es refreda fins a 115° , cristallitza la quasi totalitat del ClK acompanyat d'una mica de Cl_2Mg .

No és aquest procediment l'emprat ordinàriament. Generalment, es recorre a la cristallització fraccionada. Per a afrontar el cas d'una cristallització fraccionada de la carnalita, cal considerar tres sals ClK-ClNa- Cl_2Mg , i no dues solament com en el cas de la silvinita. Si considerem les concentracions d'aquests tres clorurs com coordenades sobre tres eixos, l'estudi de llurs variacions portaria a una representació espacial de relativa dificultat per al maneig en aquesta ocasió i, per altra part, d'escassa utilitat pràctica. En una fabricació a base de carnalita, tots els líquids, en els punts inicials i finals de cicle, estan saturats de ClNa; això ens fa prescindir d'una dimensió en la representació i ens permet explicar la representació plana de les corbes de solubilitat del Cl_2Mg . ClK, advertint, d'una vegada per totes, que es tracta de solucions saturades de ClNa. (Fig. 2).

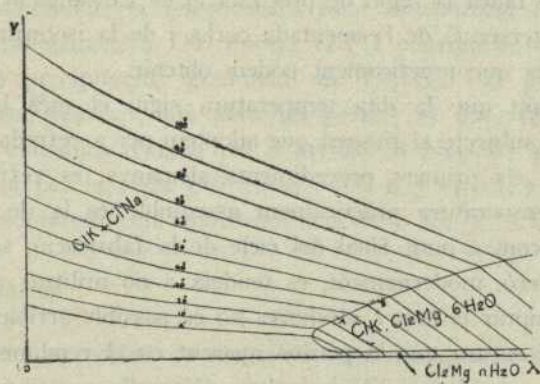


Fig. 2

La manera com s'han construït aquestes línies és anàloga a la que serví per a les de silvinita, de què ja hem parlat; però, en aquest cas, cada sistema té tres trossos que ens representen: el més apropat a l'eix OY la saturació en ClK, el del mig la saturació en el compost $\text{ClK} \cdot \text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ o sigui carnalita artificial, i el més pròxim a l'eix OX la saturació en Cl_2Mg .

Si de la manera que s'ha fet en la figura, s'uneixen els punts de separació d'aquests trossos de línies, obtindrem ben definides tres regions del pla: una, aquella en què per evaporització o refredament solament obtenim cristallització de ClK; una altra—la compresa dintre de la corba més tancada—en què, per les mateixes causes, cristallitzaria ClK.Cl₂Mg.6H₂O, carnalita artificial; i, finalment, la petita zona més pròxima a OX, en què es produirien cristallitzacions de Cl₂Mg. amb diverses quantitats d'aigua.

De totes maneres, cal recordar que es tracta de solucions sempre saturades de ClNa i que, per tant, en cada cas es produiria la corresponent separació d'aquesta sal.

La tècnica de qualsevol procediment es redueix a moure's en la regió del pla en què no es produeixen separacions de Cl₂Mg. Una solució calenta d'ambdues sals, d'una relativament alta concentració en ClK, si l'evaporem i refredem, abandonarà ClK i ClNa fins a un cert punt del pla que depèn de la concentració en Cl₂Mg i de la temperatura final.

Temperatura final

Per a obtenir un bon rendiment es comprèn que interessa que la concentració final en Cl₂Mg sigui el més alta possible dins de la regió en què solament precipiten ClK i ClNa; és a dir, que el punt final sigui un punt de la corba que tanca la regió de precipitació de carnalita artificial. Aquest punt serà la intersecció de l'esmentada corba i de la isoterma corresponent a la temperatura que pràcticament podem obtenir.

És interessant que la dita temperatura sigui el més baixa possible; però, això serà subjecte al sistema que adoptem per a refredar.

Si, com en els primers procediments alemanys, es refreda per mitjà d'aigua, una temperatura pràcticament assequible és la de 25° i el punt que elegiríem, com a punt final del cicle de la fabricació, seria el punt A de la figura. Però, modernament, es tendeix a no utilitzar aquest procediment, sinó a emprar el buit i aleshores no és possible arribar fins a aquesta temperatura, encara que la pèrdua aparent en el rendiment queda compensada amb la rapidesa i l'escàs volum d'aparells que aquest mètode requereix.

Tal com és sabut, el refredament mitjançant el buit té el següent fonament: Si un líquid calent—suposem aigua a 100°—i a la pressió ordinària de 760 mm, el portem a una pressió absoluta de 24 mm, hi haurà una evaporació ràpida d'aigua i el reste es refredarà fins assolir la temperatura a què l'aigua té una tensió de vapor de 24 mm, o sigui 25°.

Però en el cas que el líquid a refredar no sigui aigua sinó, com ara, una solució salina concentrada, la temperatura final en les mateixes condicions de pressió absoluta no serà la mateixa, sinó que haurà augmentat en l'escala de temperatures, en la mateixa proporció en què la tensió de vapor hagi disminuït per la solució de la sal o sals en l'aigua.

Als punts propers al punt *A*, aquesta diferència de temperatura és, aproximadament, de 20° i això, encara que no rigorosament exacte, ens servirà per a explicar el pla general del sistema. Podem fixar, per tant, la temperatura final en 45° i així tindrem, com punt que representa el màxim rendiment a 45°, el punt *B*. En les corbes a escala, corresponen a aquest punt unes coordenades $ClK = 6\%$, $Cl_2Mg = 34\%$.

Composició final

Si pràcticament es treballés amb aquesta composició final, la fabricació incorreria en nombrosos errors respecte al tant per cent de Cl_2Mg tolerable en el producte fabricat. Un augment sobtat de la riquesa del mineral en Cl_2Mg , desplaçaria el punt final per la isoterma de 45° cap a la dreta, amb ço que entraria en la regió de la carnalita artificial i, per tant, precipitaria Cl_2Mg de difícil i costosa eliminació. Si, per altra banda, degut al millor funcionament d'una bomba de buit o a una disminució de la temperatura de l'aigua de condensació, disminuís la pressió absoluta dins del cristallitzador, la temperatura final disminuiria i el punt *B* es desplaçaria paral·lelament a *OY* envers *OX* i penetraria a la regió de la carnalita, amb precipitació, igualment, de Cl_2Mg . Cal prendre un cert coeficient de seguretat perquè això no passi; cal que, en el punt final, sobri, encara, una mica d'aigua per a arribar al punt *B*; per a això, desplaçarem aquest per la recta *OB* envers *O* i el fixarem, arbitràriament, a *B'*, al qual assignarem com coordenades $ClK = 5.2\%$, $Cl_2Mg = 3\%$.

Temperatura inicial

L'examen de les corbes de solubilitat ens diu que hi haurà tanta més precipitació de *ClK* com major sigui la diferència de temperatura entre el líquid que entri a cristallitzar i el líquid que surti del cristallitzador. Ens interessa, per tant, que al punt inicial del cicle, o sigui a l'entrada als cristallitzadors, la temperatura sigui el més elevada possible. Pràcticament, 100° és una temperatura fàcilment assolible i tractant-se de líquids que bullen sobre 100° encara podria obtenir-se més alta; però partim de la base que solament són 100°.

Un líquid a 100° , que sotmès a una pressió de 23 mm es refreda fins a 49° , ho fa a costa d'una evaporació de la seva mateixa aigua; evaporació que pot calcular-se fàcilment, puix sabem les calories que el líquid ha de perdre. Per a 1000 l vindrà donada per la fórmula $x = \frac{55 \times 01^\circ}{\lambda - 45}$ en què x és la quantitat d'aigua evaporada i λ el calor latent de vaporització. Aproximadament, veiem que en aquest cas l'evaporació és d'un 10 % del líquid entrat.

Composició inicial

Puix que coneixem la composició final i l'evaporació que hi ha en el cristallitzador, podem determinar la composició inicial en Cl_2Mg , ja que dins del cristallitzador no hi ha precipitació d'aquesta sal i, per tant, surt íntegrament dissolt tot el que hi entra. Si la composició final en Cl_2Mg és 34 % i l'evaporització és de 10 %, la concentració inicial en Cl_2Mg serà 30.6 %. Per a determinar la composició final en CIK, haurem de fer algunes consideracions sobre diverses fases de la fabricació.

Perquè en el cristallitzador quedi abandonada una tona de CIK, caldrà que hi entri una certa quantitat de líquid, que anomenarem x . Aquests x mc experimentaran una evaporització $x/10$ mc, i quedaran reduïts, prescindint de volums de sals, contraccions, etc., a $9/10 x$. Però si aquestes $9/10 x$ les enviem a començar altra vegada el cicle per a dissoldre carnalites per valor de 1.000 Kg de CIK (suposant que fos pràcticament possible) la quantitat de Cl_2Mg , en aquesta segona volta, seria major i el cicle aniria carregant-se d'aquesta sal. Cal, per tant, eliminar del circuit el CIK i el Cl_2Mg en la proporció en què aquestes dues sals entren a formar la carnalita. Tenint en compte les concentracions finals— $\text{Cl}_2\text{Mg}=34\%$ i $\text{CIK}=5.2\%$ —i que han precipitat 1.000 Kg de CIK, la fórmula que ens donarà la quantitat de líquid a retirar serà $\frac{1000+52 \text{ l}}{340 \text{ l}} = \frac{74'56}{95.24}$; d'ací es dedueix $l = 4.6$ mc per tona de CIK, o sigui que de CIK n'hem retirat 1.234 Kg i de Cl_2Mg 1.564 Kg. Aquests 4.6 mc, més l'evaporació per tona de CIK, que sabem és $\frac{x}{10}$, els hem de reposar d'aigua i en ella dissoldre carnalita, per tal de tornar a començar en iguals condicions.

Essent 100° la temperatura inicial, l'aigua pot saturar-se de carnalita fins a una concentració en CIK de 20.2 %; o sigui, que s'haurà de verificar $(4.6 + \frac{x}{10}) 202 = 1234$; d'on $x = 14$. Aquesta dada ens indica que

per al màxim rendiment han de circular, a l'entrada del cristallitzador, 14 mc per tona de CIK i que l'evaporització dintre del mateix és de 1.4 mc per tona de CIK. El CIK total d'aquests 14 mc entrats al cristallitzador serà el que ja portava el líquid mare, més el corresponent a la carnalita dissolta. Sabem que aquest segon CIK és = 1234; en quant al primer, el podem calcular, ja que el líquid mare té una concentració de 5.2 % en CIK. Serà $[14 - (4.6 + 1.4)] 52 = 8 \times 52 = 416$. El CIK total serà

CIK de retorn per líquid mare	416 Kg
CIK de dissolució carnalita... ..	1.234 "
	1.650 "
Total	1.650 "

Aquests 1.650 Kg repartits en 14 mc donen una concentració en CIK de 11.8 %.

La composició inicial del líquid la tenim fixada en

$$\begin{aligned} \text{Cl}_2\text{Mg} &= 30.6 \% \\ \text{CIK} &= 11.8 \% \end{aligned}$$

Esquemàticament, les operacions i funcions que es verifiquen en el cicle vénen representades per la gràfica de la fig. 3.

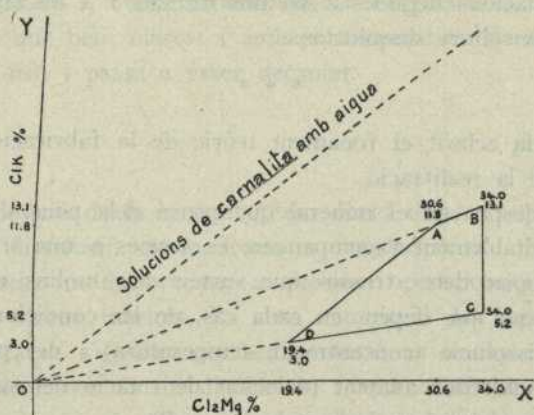


Fig. 3

Suposem 14 mc de líquid que es troben a l'entrada de cristallitzadors i les condicions dels quals vénen representades sobre el gràfic pel punt A. En posar-se en contacte amb l'ambient del cristallitzador, experimenten una pèrdua del 10 % en aigua que s'evapora i queden reduïts a 12.6 mc; per tant, el punt representatiu es desplaça per OA des d'A fins a B. El refre-

dament que produeix aquesta evaporació des de 100° a 45° , segons hem vist anteriorment, fa que precipiti tot el ClK que a aquesta temperatura no pot existir en solució; la concentració baixa de 13.1 % a 5.2 %, precipiten 1.000 Kg de ClK, la concentració en Cl_2Mg no varia i el punt representatiu es desplaça, per una paralela a l'eix OY , de B a C . En aquest punt, es retiren els 4.6 mc necessaris per a equilibrar el cicle en els dos clorurs. Els 8 mc restants es mesclen amb 6 mc d'aigua per tal de refer els 14 mc primitius; les concentracions disminueixen i el punt representatiu es mou per la recta OC des de C fins a D . A aquest líquid s'afegeix la quantitat necessària de carnalita per a refer-hi tot el ClK i el Cl_2Mg que se n'ha retirat i així tornem a tenir el 14 mc de líquid a 100° en el punt A , disposats a començar altra vegada. És clar que aquest gràfic solament respon als fins purament expositius que en aquest treball es persegueixen, sense que, en la realitat, passi el líquid exactament per tots els punts de l'esquema, puix ni a partir del punt A per arribar al C no poden considerar-se separats els efectes d'evaporització i refredament que en la realitat són simultanis, ni a partir del C , per a passar a l' A , podem dir que s'afegeixen 6 mc d'aigua, sinó que aquesta addició es fa en diferents temps i per diferents conceptes, tals com vapor de calentament, rentat dels filtres, aigua que entra a formar part de la carnalita, etc... Els punts B i D no tenen, doncs, cap realitat. A més de tots els càlculs sobre volums, s'han negligit les variacions degudes a volums de sals i a les contraccions que sempre impliquen llurs dissolucions.

* * *

I una vegada aclarit el fonament teòric de la fabricació, passem a la part pràctica de la realització.

Quan s'ha desproveït el mineral que prové dels pous d'extracció, dels ferros que inevitablement l'acompanyen, és sotmès a una trituració; el tamany més apropiat dels trossos que surten dels molins no pot fixar-se absolutament, sinó que depèn, en cada cas, de les condicions en què s'ha d'efectuar la dissolució (concentració, temperatura) i del peculiar funcionament del dissoldredor adaptat (velocitat de rotació del sistema agitador, velocitat d'avenç del mineral dins de l'aparell).

El mineral s'introdueix en l'aparell dissoldredor després de sotmetre'l a un mesurament per qualsevol sistema que permeti un control exacte de la quantitat introduïda.

Els tipus de dissoldredors més correntment emprats es redueixen a dos: dissoldredors fixos amb un mecanisme agitador interior i dissoldredors mòbils. Els dissoldredors fixos són grans tubs a l'interior dels quals hi ha

un transportador d'hèlix que agita la carnalita per tal de facilitar la seva dissolució, fent-la córrer d'un extrem a l'altre de l'aparell. Els dissoldredors mòbils consisteixen, també, en un tub de capacitat variable que gira sobre rodets: en el seu interior, fixes sobre la paret, duu dues sèries de paletes, unes paral·leles a les generatrius, la missió de les quals és agitar el mineral, i unes altres quelcom inclinades i formant un conjunt d'hèlix que el fan avançar. De la inclinació d'aquestes paletes, de llur nombre i de la velocitat de rotació de l'aparell, depèn el temps de permanència de la carnalita en contacte amb el líquid dissolvent, que, en darrer extrem, és la dada de major interès per a la dissolució. En tots els tipus de dissoldredors pot adaptar-se un mètode de calefacció directa o indirecta.

El líquid dissolvent i el mineral entren per un extrem del tub, recorren junts el dissoldredor i per l'altre extrem surt el líquid a la concentració desitjada i el mineral exhaurit en carnalita. Encara que, tal com veurem més endavant, aquest líquid d'entrada al dissoldredor tingui una temperatura de 100°, és indispensable que el dissoldredor compti amb enèrgica calefacció, no solament perquè el mineral està fred, sinó perquè cal reposar el calor que absorbeix la dissolució, puix el fenomen de la dissolució de la carnalita amb aigua és bastant endotèrmic.

Els residus de dissolució constituïts, quasi exclusivament, per ClNa , són evacuats del dissoldredor i rentats amb aigua per tal de recuperar el líquid d'impregnació i, eventualment, acabar l'esgotament. El líquid, amb la concentració que hem marcat i amb la temperatura desitjada, és extret mitjançant un sifó i passa a ésser decantat.

Decantació

En la composició de la carnalita hem donat una certa porció d'insoluble que en la dissolució queda formant una suspensió. Aquest insoluble argilós constitueix un destorb per a ulteriors operacions i perjudica l'aspecte final del clorur fabricat. La seva eliminació del líquid, abans d'entrar a cristallització, s'efectua per sedimentació en un aparell de gran capacitat. Un decantador és un dipòsit de forma cilíndrica on l'argila que es diposita en el fons és eliminada per sortides inferiors i el líquid que queda clar és evacuat per una sortida al mateix nivell de la superfície lliure del líquid. No poden donar-se mesures absolutament exactes sobre els aparells d'aquesta classe, puix que aquestes depenen de la velocitat de caiguda de les partícules d'argila i aquesta velocitat ve modificada per la temperatura i la concentració del líquid i per la naturalesa mateixa d'aquestes partícules. També les seves dimensions varien amb la producció

horària que el decantador ha de reportar. És, doncs, indispensable, abans d'instalar l'aparell, procedir a l'estudi de la decantació de l'argila que acompanya el tipus mitjà de carnalita que es vagi a explotar en el jaciment considerat, i com és lògic, prendre un cert coeficient de seguretat per a evitar que l'insoluble quedi incompletament separat en emprar varietats menys decantables. Totes les precaucions a prendre per a la bona marxa d'un decantador han d'anar encaminades a suprimir en la massa tot moviment innecessari que perjudiqui, disminuint-la, la velocitat de caiguda de les partícules d'argila. Així, a l'entrada del líquid, es col·locaran embans que anullin la violència de la vena líquida. Els fangs dipositats en el fons serien el suficientment durs perquè en evacuar-los per forats relativament petits es formessin embuts en el mateix fang i per ells sortís líquid clar; per a evitar que el fang arribi a semblant grau de duresa, cal instalar un agitador que uniformi la capa espessa. El moviment de tal agitador ha d'ésser lentíssim, amb objecte que la decantació no en surti perjudicada. Referent a la quantitat de líquid a purgar, és evident que per tona de carnalita introduïda en el circuit, cal purgar la quantitat d'argila corresponent, segons l'anàlisi de l'esmentada carnalita i, a la llarga, aquests són els resultats que es troben. Però com sistema que es ceneix més a les momentànies necessitats d'una fabricació, és més recomanable mantenir el pla de fangs a un determinat nivell; és clar que amb aquest sistema no s'ha d'ésser extremista i pretendre que, en qualsevulla circumstància, aconseguirem tenir líquid clar a còpia d'eliminar fangs; és, en tot cas, l'anàlisi de la quantitat d'insoluble en el líquid de purga, els seus aspecte i temperatura, junt amb les causes que poden haver motivat un enterboliment general, ço que donarà un sistema d'obrar en cada cas.

Si analitzem els líquids de purga, trobarem que contenen quantitats superiors de CIK a les que els correspondrien per la composició del líquid clar sortit del decantador. Això és degut a què en circular el líquid pel dissoldredor amb la rapidesa requerida, s'arrosseguen petites partícules de carnalita que no tenen temps de dissoldre's i es decanten amb el fang. Pot evitar-se que siguin arrossegades partícules grosses col·locant filtres de tela metàl·lica. Amb el fi d'evitar la pèrdua del CIK que duen els líquids de purga, aquests són sotmesos a un rentatge; un primer rentatge pot ésser efectuat amb el líquid que surt dels cristallitzadors i que torna al dissoldredor i el poder de disolució del qual és elevat; i un segon i definitiu rentatge amb l'aigua que cal sempre afegir al circuit. Amb això, els fangs surten pràcticament esgotats.

Cristallització

Una vegada s'ha obtingut un líquid clar i amb les condicions que hem fixat per al líquid d'entrada a cristallitzadors, o sigui

CIMg	30.6 %
CIK	11.6 %
Temperatura	100°

passa als aparells de buit, on, simultàniament, es verifica una evaporització, un refredament i, com a conseqüència d'ambdós, una cristallització.

Els aparells cristallitzadors de buit són—en essència—indicats a l'esquema de la fig. 4. Posseeixen entrades laterals i una sortida inferior per

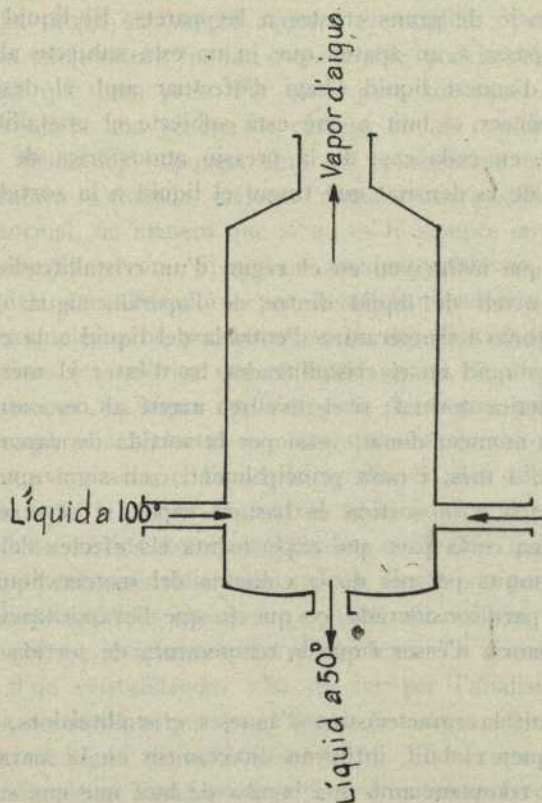


Fig. 4

al líquid; a la part superior tenen una gran comunicació per la qual actua el buit, i per on, per consegüent, surten els vapors produïts. Aquests vapors són condensats en un condensador del tipus més apropiat a la quantitat d'aigua que ha d'evaporar-se per hora.

El líquid ve de la decantació a 100°, entra per les obertures laterals i, en contacte amb l'ambient del cristallitzador, evapora el 10 % de la seva aigua a costa de produir-se un refredament fins a 45° i, per tant, la precipitació del CIK que ja hem assenyalat en un altre lloc. Queda, doncs, un líquid fred que surt per la sortida inferior del cristallitzador, mentre que el vapor d'aigua s'en va per l'obertura superior envers el condensador. En produir-se la cristallització i, per tant, l'espesseïment del líquid, es fa més difícil que aquest surti homogèniament, sense que es produeixi decantació sobre el fons del cristallitzador; per tal d'evitar aquest fenomen, que molestaria enormement en tancar la sortida de líquid, l'aparell és proveït d'un agitador que uniformi la massa abans de sortir i eviti, també, la formació de grans crostes a les parets. El líquid que surt dels cristallitzadors passa a un aparell que ja no està subjecte al buit; això fa que la sortida d'aquest líquid s'hagi d'efectuar amb el desnivell apropiat perquè pugui vèncer el buit a què està subjecte el cristallitzador. Aquest desnivell depèn, en cada cas, de la pressió atmosfèrica de la localitat de què es tracta i de la densitat que tingui el líquid a la sortida de cristallitzadors.

Les causes que influeixen en el règim d'un cristallitzador de buit són, principalment: nivell de líquid dintre de l'aparell, aigua de condensació dels vapors produïts i temperatura d'entrada del líquid a la cristallització.

El nivell de líquid en el cristallitzador ha d'ésser el més petit possible dintre de la pràctica normal; si el nivell es manté alt, es corre el perill que el líquid, en un moment donat, vessi per la sortida de vapors amb la consegüent pèrdua; a més, i molt principalment, com sigui que el corrent de líquid de l'entrada a la sortida és bastant ràpid, si el nivell és molt alt sempre hi ha una certa part que experimenta els efectes del buit del cristallitzador disminuïts pel pes de la columna del mateix líquid que gravita sobre d'aquella part considerada, ço que fa que l'evaporització no sigui tan completa com hauria d'ésser i que la temperatura de sortida sigui més elevada de 45°.

Essent el buit la característica d'aquests cristallitzadors, totes les causes que modifiquen el buit, influiran directament en la marxa de l'aparell. Si suposem que comptem amb una bomba de buit que ens subministra una pressió constant i deixem de costat les condicions d'isolament de cada un dels aparells respecte als altres, causes de fugues d'aire i altres avaries

d'ordre purament mecànic, només ens queda com a causa reguladora del buit dins de l'aparell la quantitat d'aigua del condensador. Ja quedà exposat anteriorment que la pressió absoluta dins del cristallitzador ve donada per la pressió que donaria la bomba de buit en un recipient sec, més la tensió del vapor d'aigua del condensador; en establir el règim del cristallitzador, nosaltres fixem que la temperatura de l'aigua a la sortida sigui de 25°. Si n'hi posem quantitat insuficient, en un moment donat la temperatura de l'aigua augmentarà a l'ensem la seva tensió de vapor, i això portarà aparellat l'augment de la pressió absoluta de l'aparell i l'augment de la temperatura del líquid de sortida. Si, pel contrari, en el condensador tenim un excés d'aigua, també pot experimentar-se un perjudici per dues raons: si l'aigua és molt freda, per raons del mateix ordre que anteriorment, però de sentit oposat, pot arribar-se a disminuir la temperatura de sortida del líquid per sota dels 45°; recordi's que en fixar, al principi d'aquest procediment d'obtenció de ClK, la temperatura final del cicle de fabricació, ja s'ha tingut en compte aquesta eventualitat; però, així i tot, si el descens de la temperatura fos tan considerable, podria rebassar-se el marge de seguretat que hem pres. Per altra part, un excés d'aigua que no sigui freda, produeix una pèrdua de càrrega en les conduccions de buit i la consegüent disminució d'aquest amb els consegüents trastorns.

La temperatura d'entrada influeix d'una manera difícil de conèixer en la marxa normal, de manera que si no es té sempre en compte pot donar lloc a prolongats errors. Si per un accident qualsevol el líquid es refreda abans dels cristallitzadors—per insuficient calorifugació dels conductors, per exemple, o bé per haver sortit del dissoldredor amb escassa temperatura—totes les calories que el líquid aporta de menys a la cristallització es tradueixen en aigua que s'evapora de menys, puix ja hem assenyalat que l'evaporació s'efectua a costa del mateix calor del líquid; en haver-hi menor evaporació, el líquid de sortida és més diluït a la mateixa temperatura de 45° i si portem el control de la fabricació per la riquesa en ClK del líquid de sortida del cristallitzador, en trobar que aquesta és inferior a la que hem assenyalat com a punt final, pot pensar-se que hem assolit una precipitació més intensa i, per tant, una millora en el rendiment, quan l'esdevingut és, exactament, tot el contrari. La correcta comprovació de la marxa d'un cristallitzador s'ha de fer per l'anàlisi quantitativ del Cl_2Mg i no ha de donar-se per bo el règim de marxa mentre no s'obtingui una riquesa en el líquid de sortida de 34 %. Si la riquesa és superior a aquesta xifra, és que el líquid no surt el suficientment fred i si és inferior és que el líquid d'entrada no és el suficientment calent.

La pressió atmosfèrica no és causa que produeixi perturbacions en la

marxa d'un cristallitzador, ja que aquesta solament depèn de la pressió absoluta que hi hagi dins de l'aparell, independentment de la pressió exterior.

Més modernament, s'han ideat instal·lacions per a l'aprofitament del calor que porta el vapor que es produeix en la cristallització. Per a assolir aquest efecte, cal utilitzar en el condensador, en lloc d'aigua, el líquid mare que torna fred a la dissolució de nou mineral. Però com que aquest líquid té una temperatura aproximada de 40°, no pot posar-se en el condensador per a fer l'efecte d'aigua a 25°. Cal instal·lar diversos aparells en sèrie; en el primer, entra el líquid a 100°, el buit és petit i, per tant, l'evaporació també ho és; la temperatura de sortida d'aquest líquid serà la corresponent al buit a què treballa aquest aparell i aquesta mateixa temperatura serà la màxima a què pot sortir el líquid de retorn que introduïm en el condensador; en l'aparell següent el buit és major i, per tant, el refredament és, també, major; i així successivament es va obtenint l'efecte desitjat, però aprofitant el calor d'evaporització de l'aigua fins arribar a l'últim aparell de la sèrie, que ha d'estar, forçosament refrigerat amb aigua, ja que en la fabricació no es disposa d'un líquid que tingui la temperatura requerida perquè després de la condensació quedi a 25°. Resumint: si tenim una sèrie de quatre aparells, el líquid que surt del decantador entra al número 1 i va passant, successivament, de l'1 al 2, al 3 i al 4; la pressió absoluta va disminuint de l'1 fins al 4, en el qual és tot el reduïda possible; el líquid fred de retorn entra en el condensador del 3 i passa, després al 2, i després a l'1, elevant-se la seva temperatura de l'un a l'altre; com ja s'ha dit, en el condensador del 4 entra aigua sola i aquesta és la pèrdua de calor que cal resignar-se a experimentar; no obstant, l'economia en vapor que l'adopció d'aquest sistema representa és molt considerable.

Examinant amb atenció aquest procés, es nota que el paper d'una bomba de buit no és molt necessari, puix que la majoria dels productes de l'evaporació són condensats i a la bomba només hi arriba l'aire que pot haver-hi en dissolució en tots els líquids. Apuntem, ací, la creença de la possible supressió de les bombes de buit i llur substitució per trompes d'aigua que facin, a la vegada, l'ofici de condensadors. Aquests aparells en l'actualitat ja existeixen, encara que no s'apliquen a aquests usos; tals, per exemple, els condensadors Körting. La supressió de les bombes de buit és quasi segur que només podrà ésser efectuada en els casos en els quals s'adopti el sistema de cristallitzadors en sèrie, puix que amb aquesta manera d'operar s'assoleix que gran part de l'aire es dissolgui o sigui arrossegat pel líquid de refrigeració dels primers aparells de la sèrie, ja que en aquests

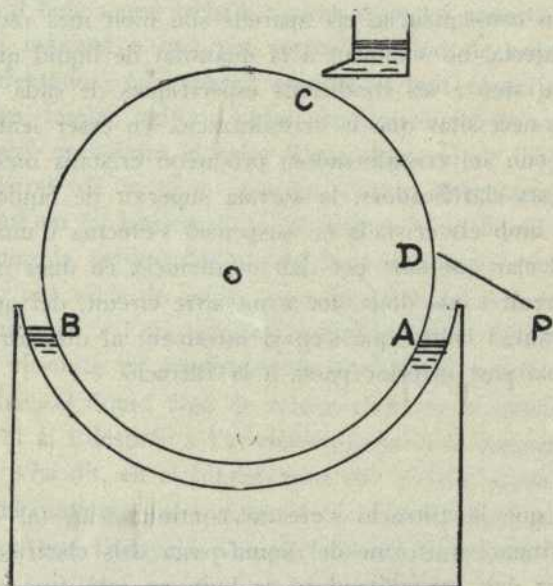
el buit no és molt intens, puix no estan en comunicació amb el generador de buit sinó a través dels altres aparells.

El líquid fred que surt dels cristallitzadors i que porta en suspensió els cristalls de ClK, passa a la filtració; però amb el fi d'estalviar treball i desgast als filtres de buit, pot sotmetre's aquest líquid a l'operació prèvia d'una decantació que disminueixi, en la seva major part, el líquid que vehiculitza aquests cristalls i el deixi reduït a la quantitat estrictament necessària. La velocitat de decantació d'aquests cristalls és molt superior a la velocitat de decantació de les partícules d'argila que hem estudiat en tractar de l'eliminació dels fangs que acompanyen el líquid que surt del dissoldredor. En conseqüència, els aparells són molt més reduïts i llur dimensió està subjecta, no solament a la quantitat de líquid que han de clarificar per hora, sinó a les condicions específiques de cada fabricació, especialment a la necessitat que la cristallització, en ésser lenta (aparells en sèrie) o ràpida (un sol cristallitzador) produeixi cristalls més grans o més petits. En aquests clarificadors, la sortida superior de líquid clar i la inferior de pasta amb els cristalls en suspensió s'efectua d'una manera contínua. El líquid clar que surt per dalt es divideix en dues parts: una que s'elimina del circuit i que dona lloc a un altre circuit, del qual ens ocuparem més endavant, i l'altra que s'envia novament al dissoldredor; la pasta que flueix per la part inferior passa a la filtració.

Filtració

L'exigència que la filtració s'efectui contínuament, tal com requereix l'evacuació contínua i uniforme del líquid-pasta dels clarificadors que hem descrit en parlar dels cristallitzadors de buit, no està fins a la data completament resolta només que pels filtres de buit rotatoris. D'aquests n'existeixen molts tipus en el mercat que poden ésser adaptats a aquest servei; però, fins ara, els que més s'han emprat i els que amb més senzillesa han resolt el problema del rentat de la sal filtrada, de què després es parlarà, han estat els cilíndrics. L'esquema de ço que ha d'ésser un filtre d'aquesta naturalesa està representat a la figura 5. *ABC* és un cilindre, les generatrius del qual estan recobertes per una tela que és la que actua de filtrant; dins d'aquest cilindre i generalment per l'eix de rotació del mateix, es fa actuar el buit; aquest tambor s'introdueix fins a un nivell determinat dintre d'una cuveta, a la qual es fa arribar el líquid a filtrar i que es manté a un nivell determinat; el tambor giravolta en la direcció *ABC* i un punt qualsevol d'ell s'introdueix en el líquid de la cuveta en el punt *A*; mentre dura la trajectòria *AB*, aquest element filtrant va absorbint líquid

que passa a l'interior del tambor, i sobre la tela es va dipositant la sal que correspon a la quantitat de líquid absorbida; un cop l'element filtrant que considerem emergeix del líquid pel punt *B*, l'aire que gràcies al buit travessa la capa de sal dipositada i la tela, arrossega la major part del líquid d'impregnació que acompanya la sal, amb ço que ja té lloc el principi d'una dessecació, encara que imperfecta. Però si aquesta sal, tal com queda, l'aconduïssim a la dessecació definitiva, ens trobaríem amb dos inconvenients que inutilitzarien el valor comercial del producte: per una banda,



Filtre

aquest líquid d'impregnació, que no és possible eliminar del tot amb el secatge que produeix el mateix buit, és molt ric en Cl_2Mg , que entraria a formar part del clorur sec, donant un producte que, apart del seu poc agradable aspecte degut a la seva higroscopicitat, no és comercialment admissible a causa del seu excessiu percentatge en sals de magnesi que estan molt poc tolerades; per altra banda, cal no oblidar que el líquid que entra a la cristallització està saturat de ClNa , que encara que en menor proporció que el ClK , precipita així mateix per refredament i també per concentració, d'on resulta que la sal que surt del punt *B* del filtre rotatori té, després de seca, una riquesa en ClK que no és la que comercialment acostuma exi-

gir-se. Pot dir-se que un tal producte tindria, aproximadament, un 50 ó 70 % de ClK, quan en el mercat sempre s'exigeixen productes amb el 80 al 83 %. Però aquests dos inconvenients que acabem d'assenyalar es poden remeiar amb una sola operació: un rentat amb aigua freda. L'aigua desplaça el líquid d'impregnació de la sal i el substitueix, donant, per tant, al secat productes pràcticament exempts de Cl_2Mg ; a més, quan els dos clorurs potàssic i sòdic es troben barrejats com en el cas que ens ocupa, el poder dissolvent de l'aigua, respecte a cada un d'ells, és molt desigual; així, per exemple, si 100 grams d'aigua a 10° els posem en contacte amb una barreja dels dos clorurs sòlids, dissolen 12.2 grams de ClK i 29.1 de ClNa; només a 70° dissolen la mateixa quantitat dels dos; de manera que fent passar a través de la tela del filtre i de la capa de sal dipositada en ella, una certa quantitat d'aigua, el producte final quedarà enriquit en ClK. Aquest rentat s'efectua en el mateix filtre i en un punt que aproximadament és el punt C; en aquest punt es col·loquen uns distribuïdors d'aigua que han de satisfer les especials condicions de repartir l'aigua molt uniformement sobre tota la capa de sal; es fa arribar a aquests distribuïdors l'aigua que s'ha calculat necessària per a aconseguir l'enriquiment desitjat; la quantitat d'aigua depèn, en cada cas, de la composició de la sal sense rentar, de la temperatura de l'aigua de rentat i del tipus de sal que es vol obtenir; si, per exemple, desitgem que el producte final tingui 81 % de ClK i la sal sense rentar té el 70 %, i disposem per al rentatge d'aigua de 10° , el poder dissolvent de la qual ha estat ja assenyalat, la fórmula que ens donarà el nombre de quilos d'aigua a emprar per tona de sal que passi pel filtre serà

$$\frac{700 - 120x}{1000 - 410x} = \frac{81}{100}; \quad \text{d'on } x = 500 \text{ litres aproximadament.}$$

Quan l'anàlisi de la sal revela que la seva riquesa no és la desitjada, per una causa qualsevulla, també la correcció es farà variant la quantitat de l'aigua del rentat en els distribuïdors dels filtres i utilitzant la mateixa fórmula que anteriorment ens ha servit.

Bon punt ha estat rentada en el punt C la sal amb la quantitat d'aigua necessària, aquesta sal experimenta una dessecació pel mateix buit en el temps que dura la trajectòria CD, amb ço que ja queda amb totes les condicions requerides per al secatge.

En el punt D la sal es troba amb la ganiveta DP, col·locada molt prop de la tela filtrant, que recull la capa de sal, la qual rellisca al llarg de l'esmentada ganiveta i cau al transportador que ha de conduir-la al secatge.

El líquid clar que surt dels filtres torna, junt amb les aigües de rentat que són riques en ClK, al dissoldredor per a servir d'aigua mare.

Secatge

El secatge de la sal s'efectua, també, en aparells continus i sobre d'ell no cal fer observacions particulars respecte a l'aparell a emprar, puix no es tracta d'especialitats per a aquesta indústria, sinó de qualsevol dels tipus emprats en la dessecació de matèries pulverulentes; respecte a la pràctica de la dessecació, només cal assenyalar la dificultat que origina en el secatge una porció de Cl_2Mg superior al 0.75 %.

Circuit secundari

En estudiar les condicions generals per a establir un cicle de fabricació i en parlar de la clarificació del líquid que surt dels cristallitzadors, s'ha esmentat que per cada tona de ClK pur fabricada, calia retirar del circuit una certa quantitat de líquid, amb el fi d'equilibrar les quantitats de ClK i de Cl_2Mg , puix que el que dissolvem és carnalita. Havíem dit que es retiraven 4.6 mc per tona de ClK 100 %; aquest líquid—el qual, com és sabut, té una riquesa en ClK de 5,2 %—representaria una pèrdua molt considerable si el despreciéssim i no és, de cap manera, això el que es fa. L'aprofitament del ClK que conté aquest líquid és el que dona lloc al circuit secundari que ara anem a estudiar. En les consideracions preliminars que férem per a establir el cicle primari de fabricació, ja diguérem que el punt final de dit cicle havia de correspondre a un punt de les corbes de solubilitat que estigués en la línia—o gairebé en la línia, com convé pràcticament—que separa la regió del pla en el qual no es produeixen separacions de Cl_2Mg , de la regió en què comencen a produir-se separacions de ClK. $\text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Com que el líquid que eliminem del circuit correspon a aquest punt, d'ell no podem aprofitar el ClK per precipitació d'aquesta sal a l'estat isolat, sinó que l'hem de precipitar sota la forma de carnalita artificial; aquesta precipitació la calcularem de manera que no sobrepassi els límits en què precipita carnalita i no s'introdueixi en la regió en què precipita Cl_2Mg amb diferents quantitats d'aigua. Sobre les corbes d'escala, és senzill fer la determinació de les condicions que han de reunir-se perquè la precipitació sigui la màxima possible. Com en el cas de la cristallització en tractar del circuit principal, aquesta s'efectua pel doble procediment de la concentració i del refredament aconseguït pel buit; però en aquest cas, la concentració que es pot obtenir per la simple introducció

del líquid calent en un recinte de reduïda pressió absoluta, no és suficient per a arribar a obtenir el rendiment màxim; la concentració ha de començar-se en un aparell de múltiple efecte, sotmès o no a buit, i quan el líquid ha assolit un grau de concentració del qual ja no seria econòmic passar, es porta al cristallitzador de buit que acaba la concentració i provoca, al seu torn, una altra precipitació per refredament. En aquest cas, no es fan els detinguts càlculs que hem fet en tractar de la precipitació del ClK, perquè, en substància, són de la mateixa naturalesa que els ja exposats i solament es diferencien d'ells en ço que a les quantitats es refereix. El líquid molt pastós que es recull a la sortida dels cristallitzadors es filtra com en el cas anterior, malgrat que el tamany dels cristalls, que és molt petit, i l'extrema pastositat del líquid fan que en la filtració es topi amb majors dificultats. En aquests filtres es recull una pasta constituïda per carnalita artificial i clorur sòdic, de manera que el conjunt pot ésser considerat com el mineral que surt de la mina; com a tal pot tornar-se a la dissolució i començar novament el cicle, o bé es tracta per aigua freda que dissol quasi tot el Cl_2Mg i molt poc ClK, i aquesta pasta s'introdueix en la cuveta dels filtres que donen el ClK, encara que, aleshores, cal fer una petita correcció en les aigües de rentat de la sal. Per a fer que el tamany dels cristalls sigui major i evitar, en el possible, les molèsties de la filtració, s'han fet diferents temptatives conduents a canviar les condicions de la cristallització, en vistes a què el canvi de temperatura no sigui tan bruscat. Aquestes proves no han donat un resultat convincent; en aquest cas, potser solament l'aplicació del mateix sistema que hem assenyalat per a la cristallització del ClK, o sigui els cristallitzadors en sèrie, donarien resultats satisfactoris; de totes maneres, i encara que es tractés de líquids amb cristalls grossos, com en el cas dels filtres de ClK, la marxa d'un filtre requereix molta atenció, puix tractant-se, com sempre es tracta en aquesta fabricació, de líquids en els quals no hi hagi hagut una precipitació en l'estrictament sentit químic de la paraula, és a dir, producció d'un cos insoluble, sinó que es tracta d'una cristallització que solament està detinguda per la temperatura, per mica que aquesta temperatura baixi hi ha recristallitzacions, que si es dipositen sobre la tela del filtre, l'embruten i fan que disminueixi rapidíssimament el seu poder absorbent. És clar que es posa remei a aquest inconvenient mitjançant rentats de vapor interiors que s'efectuen continuament; però això té els seus inconvenients en la realització i en la duració dels filtres, teles, etc.

* * *

Com pot comprendre's, en aquesta fabricació, el punt del qual pot dependre que el procediment resulti o no econòmic, és la despesa de vapor.

És per això que cal extreure sempre l'aprofitament del vapor d'escapada de tots els llocs en els quals es produeixi; ja hem assenyalat que ultra els avantatges que a l'operació reporta la instal·lació de cristallitzadors en sèrie, dels quals solament el condensador del darrer estigui servit per aigua, aquesta disposició suposa una gran economia de vapor a gastar en el dissoldredor; també s'aprofita l'escapada dels concentradors del líquid que comença el segon circuit, mitjançant recalentadors en què el líquid maré fred serveix de líquid de condensació. Amb totes aquestes instal·lacions s'obté que el líquid que entri al dissoldredor ho faci a la temperatura en què ha de sortir i solament hi ha com a despesa de vapor la que cal efectuar per a contrarestar el calor de dissolució de la carnalita, el vapor de rentat dels filtres i el vapor que no pot recobrar-se dels cristallitzadors i evaporadors dels circuits, apart de les pèrdues per irradiació, que representen molt petita cosa si es té la precaució de calorifugar convenientment aparells i conduccions de líquid. Existeix, també, la pèrdua irremeiable de calor que es produeix per transmissió als aparells en què el canvi de calories no s'efectua per contacte directe.

* * *

Les quantitats de líquid circulant per tona de CIK fabricat, que s'han calculat al principi de l'estudi sobre l'aprofitament de les carnalites, es comprèn, després de l'exposat posteriorment, que en la pràctica han d'ésser quelcom diferents, puix que aleshores no es tingueren en compte factors que influeixen poderosament en les concentracions dels líquids, tals com el rentat dels fangs del decantador, l'aigua de rentat de la sal en els filtres que contenen una molt apreciable quantitat de CIK; l'aigua freda per la qual es tracta la carnalita artificial que es recull en els filtres del final del segon circuit i que per no tenir en dissolució les sals en la justa proporció de l'altre líquid, altera un xic la mescla dels dos. És, per tant, quan s'han determinat exactament totes les condicions en què s'ha d'efectuar el conjunt de les operacions, el moment en què cal procedir a un reajustament dels cicles, tenint en compte absolutament tots els factors que poden modificar-los.

* * *

La naturalesa d'aquesta fabricació exigeix un control ràpid en un moment donat de la marxa d'un aparell, del percentatge de CIK de la sal fabricada, etc., i aquesta rapidesa no la tenen els mètodes corrents d'anàlisi quantitativu del ion K, tal com el procediment del cloroplatinat. Però si

qualsevol de les reaccions en què el potassi no és precipitat quantitativa-
ment procurem efectuar-la sempre exactament en les mateixes condicions,
s'obtindran, comparant aquests resultats amb els que doni el procedi-
ment del cloroplatinat, unes equivalències que podran ésser guies d'indis-
cutible valor. És en aquesta orientació en la que s'ha treballat, encara que
els resultats, ja sigui per la inexactitud consubstancial amb el mètode, ja
sigui per una mala direcció dels assaigs executats, no són tot l'exactes
que podia esperar-se, amb tot i que per al control de la marxa de la fà-
brica, llur valor relatiu sigui suficient.