

81-45
LYM

苏联化学工业部基本化学工业管理局
薩莫伊洛夫肥料及杀虫杀菌剂科学研究所

无机肥料生产的研究

(内部资料·注意保存)

化学工业出版社

苏联化学工业部基本化学工业管理局
薩莫伊洛夫肥料及杀虫杀菌剂科学研究所

無机肥料生產的研究

刘鈺銘 譯
屠益笙 校
陶 藻

МИНИСТЕРСТВО ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ГЛАВХИМПРОМ
НАУЧНЫЙ ИНСТИТУТ ПО УДОБРЕНИЯМ И
ИНСЕКТОФУНГИСИДАМ
ИМЕНИ ПРОФ. Я. В. САМОЙЛОВА
ИССЛЕДОВАНИЯ
ПО ПРОИЗВОДСТВУ
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
Москва—1957

无机肥料生产的研究

刘钰铭 译

屠益笙 校
陶 茵

书号：(内)341

定价：0.53元

化学工业出版社(北京安定门外和平街)出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 内部发行

1960年7月第1版

1960年7月第1版第1次印刷

开本：787×1092 1/32

字数：88千字

印张：3 $\frac{30}{32}$

印数：3,000

目 录

前言	(4)
过磷酸钙生产的物理化学原理	
.....М.П.契佩列維茨基, Е.Б.勃魯茨庫斯	(5)
过磷酸钙的技术进展	Л.П.齐尔林 (16)
高效磷肥的研究	С.К.沃斯克列先斯基 (27)
磷酸盐热法加工制肥料.....	О.И.沃利弗科維奇,
.....Н.Н.波斯特尼科夫, В.В.伊拉里奧諾夫,	
.....А.А.伊奧納斯, Р.Е.列緬	(48)
磷矿的硝酸处理.....	А.М.杜鮑維茨基, Ф.Г.馬尔戈利斯 (74)
硼肥的生产	Л.Е.別尔林 (90)
磷肥生产中含氟废料的去毒以及利用的研究	
.....Н.М.鮑古斯拉夫斯基, М.Г.加勃里耶洛娃	(109)

前 言

本論文集系为无机肥料生产會議的召开而出版。所收集的各文对于薩莫伊洛夫肥料及杀虫杀菌剂科学研究所近年来在磷肥、复合肥料和硼肥生产方面所完成的主要科学研究工作的情况作了概要的叙述。

文中除闡明試驗研究工作的现状外，也簡略地論及了化学和工艺学各有关領域当前的任务。

由于編印本論文集的目的是为了使与会者对于与會議直接有关的一些問題有一扼要的概念，所以行文比較簡洁。对于与各項研究有关的詳細情节，大多数論文均列有参考文献可資查索。

肥料及杀虫杀菌剂科学研究所技术指导

C. 沃利弗科維奇

1957年1月22日于莫斯科

过磷酸钙生产的物理化学原理

М.Л.契佩列維茨基

Е.Б.勃魯茨庫斯

通常認為，大多數磷礦的含磷部分系由磷灰石屬的礦物（氟磷灰石，羥基磷灰石，碳酸鹽磷灰石）組成[1、2、3、4]。

但是，科拉磷灰石（岩漿結晶礦）及不同礦床和不同地質時代的磷鈣石卻具有特殊的化學性質。

科拉磷灰石精礦，按其純度來說，是一種較好的精礦，它含有磷灰石96%左右（鋁和稀土元素對鈣離子的類質同晶取代物包括在內），而礦物雜質，主要是霞石，僅約4%。

同時，磷灰石精礦經粉碎後，它的每一個顆粒均為單晶碎塊。

根據卡邦納（Carbona）[5]的數據，磷灰石精礦的比表面積（ $\text{米}^2/\text{克}$ ）僅為粉碎的北非磷鈣石或佛羅里達磷鈣石比表面積的 $1/10 \sim 1/18$ 。顯然，這也說明了它與酸類之間的反應為什麼會比許多種磷鈣石與酸類之間的反應進行得慢，這裡所說的許多種磷鈣石系指混有其他礦物的細晶粒磷酸鹽的礫岩而言。

蘇聯正在研究各種磷鈣石礦床的組成及結構。岩石學研究、顯微鏡及電子顯微鏡研究[5a、6、7]表明，磷鈣石的組成及結構在許多方面與其地質時代和磷酸鹽物質的變質程度有關。例如，深度變質的層狀寒武紀卡拉-塔烏磷鈣石主要含氟磷灰石，就其化學性質而言，這種磷鈣石接近科拉磷灰石精礦。通過最近x光組織的研究，可以證明有碳酸鹽磷灰石存在，且其晶格中的正磷酸鹽離子可能部分被雙基（ $\text{CO}_3^{2-} \cdot \text{OH}^-$ ）所取代[3、4]。這種雙基進入磷灰石晶格會引起晶格參數 a 的縮小，

但参数 c 則仍然不变。看来，許多种幼齡磷鈣石之所以易被分解，不仅与它們的細晶結構（单个晶粒的大小小于1微米）有关，而且还与矿物晶格中含有上述那种易被分解的羟基碳酸盐基有关。

应该把这种不可分解的碳酸盐部分与方解石、白云石等等不属于磷酸盐物质組份的碳酸盐加以区分。当后者含量很大时，最好用浮选法、化学提純法或其他方法将其除去，因为碳酸盐会白白浪费硫酸。对于磷鈣石中的游离碳酸盐含量，最好能有一分析标准，例如，可采用在硫酸或其他緩冲溶液（ $\text{pH} \approx 3$ ）中选择溶解的方法。

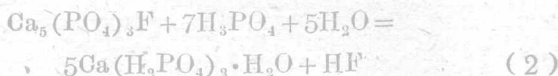
磷鈣石的质量，主要是根据 P_2O_5 、 CO_2 及 R_2O_3 的绝对百分数来評定的。原料中 P_2O_5 的百分数愈高，那末可被酸分解的杂质的百分数就愈低，但并不总是如此。除了进行一般分析外，对于磷鈣石的质量最好能根据硫酸分解磷酸盐时轉入溶液中的阳离子总数来加以評定。所以要这样做是因为所有酸溶性阳离子能中和反应时所生成的磷酸，从而生成酸-盐緩冲混合物，在这种混合物中磷酸盐的进一步分解（过磷酸鈣化成时）是进行得很慢的。从这一观点出发，卡拉-塔烏磷鈣石中的 Mg 阳离子特別有害（参閱下文）。磷鈣石中被硫酸萃取出的阳离子总数，可用絡合滴定法进行測定。

对苏联卡塔-拉烏层状磷鈣石的多年研究表明，該种磷鈣石的质量，特别是对其中 P_2O_5 及 MgO 的含量而言，随着矿层深度的增加而逐渐变坏。这可能是由于矿体表层中的伴生矿物风化之故。这种情况在評定新发现的矿床质量时应该加以考虑。

过磷酸鈣的盐类平衡系統及相組成的計算

由于科拉磷灰石精矿的純度很高，因此可以把生成过磷酸鈣的化学反应看作是由下列简单反应式組成的两步連續进行的

过程,



第一步及第二步中磷灰石的消耗量比取决于硫酸定额, 硫酸定额愈高, 第一步分解的磷灰石量就愈多, 而剩留到第二步的磷灰石量也就愈少。

磷灰石的分解率与硫酸定额有直线关系。定额愈高, 分解率愈大; 并且反应的中間产物及最后产物中的游离 H_3PO_4 含量也随之增加。在正常生产情况下, 第一步反应于混合器内开始, 于化成室内结束。从化成室内卸出的过磷酸钙不应含游离硫酸。

如果令磷灰石直接与高浓度硫酸或很热的硫酸作用, 那末反应的进行就会遇到困难。

开始时反应是正常的, 但很快就会停滞下来, 因而所得过磷酸钙料浆或者凝結得很慢, 或者完全不凝結而发生分层现象。这是由于磷灰石颗粒表面生成 $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 薄膜或 CaSO_4 薄膜之故。当結晶条件不良时, 生成的膜很薄而不易为酸所渗透, 这就阻止了下一步分解反应的进行。当硫酸浓度大于 64% H_2SO_4 、酸温超过 70°C 时, 在磷灰石与硫酸間歇混合的过程中可以观察到这种现象。改变反应剂的混合条件, 特别是往 H_2SO_4 含量低而 H_3PO_4 含量高的反应料浆 (反应式 1) 中加入反应剂, 可以避免不可渗透的薄膜的生成。对这种混合条件最为有利的是連續过程, 在連續过程中如条件稳定, 那末采用較高浓度硫酸是有条件的, 这样就可以制得水分較低而有效 P_2O_5 含量較高的过磷酸钙。

因此, 連續过程不仅表示一种新的設備配置, 同时也大大改善了工艺规程。

用磷灰石制过磷酸钙时，原料中所含的氟约有40%挥发，其余的氟则以未分解的磷酸盐形态残留下来，或者与霞石及其他硅酸盐反应而生成微溶性盐类 Na_2SiF_6 及 Na_3AlF_6 等等。因此，不妨认为，用磷灰石制造过磷酸钙时所生成的盐类系统是由 CaO 、 P_2O_5 、 SO_3 和 H_2O 四个组份组成的。

曾经研究了下列与过磷酸钙生成反应有关的系统：

1. $25\sim 100^\circ\text{C}$ 下 $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 系统的溶解度[8、9、10]。
2. $25\sim 80^\circ\text{C}$ 下 CaSO_4 、 $\text{CaSO}_4\cdot\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 及 $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 在 $\text{H}_3\text{PO}_4-\text{H}_2\text{O}$ 溶液中的溶解度[11、12]。
3. 50 和 80°C 下 CaSO_4 、 $\text{CaSO}_4\cdot\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 及 $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 在 $\text{H}_2\text{SO}_4-\text{H}_2\text{O}$ 溶液中的溶解度[13]。
4. 85 、 95 及 105°C 下 $\text{H}_2\text{SiF}_6-\text{H}_3\text{PO}_4-\text{H}_2\text{O}$ (过量 SiO_2) 系统中 SiF_4 的蒸气压力[13]。
5. Na_2SiF_6 在 H_3PO_4 水溶液中的溶解度[14]。

曾用 X 光组法研究了过磷酸钙生成反应 (反应式 1) 中析出的硫酸钙的组成。研究证明，最初析出的是半水合物，接着半水合物很快就变成硬石膏[15、16]。

这些数据已全部用来计算由磷灰石精矿制得的过磷酸钙的相组成，并用来详细分析工艺过程的各个阶段[13、17]。

下表所列为第一步反应接近结束时过磷酸钙各主要组份的百分含量的计算公式。

计算过磷酸钙液相中 P_2O_5 的浓度时，可以应用下式。

$$\text{P}_2\text{O}_5\% = \frac{0.435 \cdot n}{0.6n + W_{\text{产率}}}$$

式中：W——过磷酸钙中水分的百分含量。

根据过磷酸钙中总 P_2O_5 、有效 P_2O_5 和游离 P_2O_5 的百分含量，以及 SO_4^{2-} 离子和水分的百分含量，可以导出生成过磷酸钙

組 份	組 份 含 量	过磷酸鈣中組份百分数
CaSO_4	$n \cdot \frac{\text{CaSO}_4}{\text{H}_2\text{SO}_4}$ ①	$\frac{1.338 \cdot n}{\text{产 率}}$ ②
H_3PO_4	$0.6n$	$\frac{0.6 \cdot n}{\text{产 率}}$
P_2O_5	$0.6n \cdot \frac{\text{P}_2\text{O}_5}{2\text{H}_3\text{PO}_4}$	$\frac{0.435 \cdot n}{\text{产 率}}$
氟	0.6 ③ $\cdot 3.1$ ④	$\frac{1.86}{\text{产 率}}$

① n ——100重份磷灰石所需无水硫酸的重份(硫酸定額)。

② 过磷酸鈣产率 = $\frac{\text{磷灰石中的 } \text{P}_2\text{O}_5\%}{\text{过磷酸鈣中的总 } \text{P}_2\text{O}_5\%}$ 。

③ 残留在过磷酸鈣中的氟量以60%計。

④ 磷灰石精矿中含3.1% F。

的第二步反应的物料平衡式。

平衡式如下：

$$\frac{[\text{有效}] - [\text{游离}]}{[\text{有效}]} \cdot 100 = Z = 333.3 - \frac{14500n}{AK} \quad (3)$$

式中：[有效]——过磷酸鈣中有效 P_2O_5 的百分数；

[游离]——过磷酸鈣中游离 P_2O_5 的百分数；

Z ——相复合体中磷酸第一氢离子的中和百分数
(即 CaSO_4 、 HF 及未分解的磷灰石不計)；

n ——硫酸定額 (100重份磷灰石所需硫酸重份数)；

A ——磷灰石精矿中的 P_2O_5 百分数(一般为39.4)；

K ——磷酸盐原料的分解率(%)。

硫酸定額(%)除按 SO_4^{2-} 离子的化学分析計算外，还可以按如下的物料平衡公式算出：

$$n = (0.69[\text{游离}] + 1.61[\text{有效}]) (\text{产率})$$

式中： n —— H_2SO_4 定額，即100重份磷灰石所需的 H_2SO_4 重

份数；

(产率)——根据原料磷灰石中的 P_2O_5 及过磷酸钙中的总 P_2O_5 含量而确定的过磷酸钙产率，即，

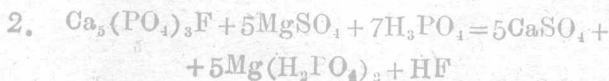
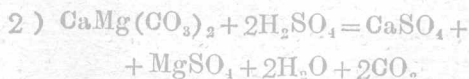
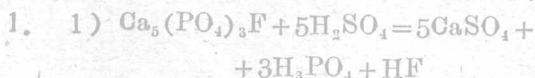
$$\text{产率} = \frac{A}{(\text{总})} \quad (4)$$

把反应的物料平衡与 $CaO-P_2O_5-H_2O$ 系统中的溶解度图结合起来，可以作出列綫計算图，借此即可用图示法求出过磷酸钙任一化成阶段[13]各主要相的組成及相对含量[17]。

工艺过程的这种物理化学分析可以在生产上解决与化学及工艺学有关的一連串問題。例如，含水分 16% 的过磷酸钙在 $100^\circ C$ 下从化成室卸出后不含有固相 $Ca(H_2PO_4) \cdot H_2O$ 。这种盐只有当过磷酸钙在仓库內冷却并进一步熟化时才会結晶。由此可见，过磷酸钙所以能在化成室內凝結，完全是由于有含有过磷酸钙的液相的凝胶从硫酸钙生成。

通过上述途径可以对过程作定量物理化学分析，从而拟定改善过程的路綫。例如，可以对早已知道的定性論点作定量的說明，即表示产品易碎性的过磷酸钙固相百分数是随硫酸浓度的增高、过磷酸钙水分的减少、分解率的增高以及过磷酸钙的冷却而上升的。

目前，用卡拉-塔烏磷钙石制得的过磷酸钙的相組成的計算問題基本上也已解决。这个过程与前面不同的地方就在于有大量 MgO 組份轉入溶液。反应大致可用下列三个阶段表示：





曾对 $\text{MgO}-\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 四元系统进行了研究[18]，对 $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{SO}_3-\text{H}_2\text{O}$ 五元系统进行了部分的研究[18]，并得出了卡拉-塔烏磷鈣石制过磷酸鈣的物料平衡公式以及相組成的計算图表。

工艺过程的物理化学分析表明，磷鈣石中的 MgO 对生产是一种非常有害的杂质。可溶性鎂盐聚积在液相中，能阻止磷酸盐原料的分解(参阅下文)。

显然，其他阳离子——磷酸的中和剂，如：

Fe^{+2} ， Fe^{+3} ， Al^{+3} ， La^{+3} 等——也会起这样的作用。

对于某些 $\text{Me}_2\text{O}_3-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 类型的三元系统，已就酸性范围进行了研究[19、20]。

天然磷酸盐分解的过程动力学

众所周知，在一般条件下进行的化成室化成，不能立即得到分解率高的过磷酸鈣，因此需要有一定時間让过磷酸鈣在仓库內化成。过程的这一阶段与其余的連續生产阶段的步調不一致。为了强化这一阶段，正在进行磷酸盐原料分解动力学的研究，对分解起阻止或加速作用的各个因素也正在研究中。

研究时既采用过接近工业生产的条件，也采用过单独的物理化学条件。已經研究了粒度組成、高硫酸定額、液相磷酸第一氢离子的中和程度、混合时的反应溫度及化成溫度的影响。在广泛的浓度及溫度范围内，研究了硫酸和磷酸水溶液[21]以及 $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 系统[22]和 $\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 系统[23]的饱和溶液分解粗晶粒磷灰石的反应速度。

用硫酸及硫酸-磷酸混合酸分解磷灰石的 动力学研究表明有这样一个酸浓度范围存在，在该范围内当各反应剂混合后，由于磷灰石表面被一种硫酸鈣的不可渗透的薄膜所鈍化，因而

分解反应立即停止。在这些研究中也查明了这样一些硫酸浓度，在采用这些浓度时能生成疏松的、可渗透的、不会阻止分解反应的薄膜。所得到的动力学数据已用来作为研究用磷灰石連續生产过磷酸鈣的基础，在連續过程中所用的硫酸浓度要比間歇过程高得多。

阻止第二步反应的因素之一，是过磷酸鈣的液相組成。浓度为 33~45% P_2O_5 的磷酸是一种中等弱酸，在生成的磷酸盐——磷酸緩冲混合物中磷灰石分解得很慢。这一情况使过磷酸鈣倉庫化成的整个动力学受到深刻的影响。

提高过磷酸鈣液相氢离子浓度的各类措施都能使分解作用强化。

例如，甚至把磷灰石制得的过磷酸鈣冷却，也能使反应强化，这是因为冷却时 $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ 部分进行結晶，从而液相 pH 值剧烈下降。

磷灰石制得的过磷酸鈣在 0~90°C 的广泛温度范围内进行的最終化成的實驗室試驗确定，貯存温度为 40~50°C 时过磷酸鈣的化成速度最快。

在較低或較高的温度下，过磷酸鈣中残留的磷灰石的分解速度較慢。相反，由卡拉-塔烏磷鈣石制得的富鎂过磷酸鈣最好在較高的温度下化成。

关于完全取消过磷酸鈣的倉庫化成过程在經濟上是否合理的問題，尚未获得解决，但在任何情況下，不言而喻，都必須將化成時間縮短到最小限度。

这时可以利用下列因素：

(1) 提高硫酸定額。應該考虑到，大部物質分解后必須將过磷酸鈣进行中和；采用的硫酸定額愈高，中和的程度就愈大；

(2) 撒扬化成室的过磷酸鈣，以减少产品中微粒不均匀

现象;

(3) 改变化成时的温度条件;

(4) 采用混合酸分解磷酸盐原料。

最后这条路线比较新颖。研究一下用 $\text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ 、 $\text{HNO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4$ 、 H_3PO_4 及其他混合酸的分解动力学，是有一定意义的。

借助这类反应，可以用现有过磷酸钙生产设备进行氮磷肥料和氮磷钾肥料的生产过程，而不需分离 CaSO_4 或只需部分分离 CaSO_4 。

其中某些反应苏联肥料及杀虫杀菌剂科学研究所定于1957年着手研究。

与过磷酸钙氨化问题及与以过磷酸钙生产复

合肥料问题有关的各个系统的研究

近十年来，由于广泛运用氨、氨与硝酸铵或硝酸钙的溶液、氨与尿素的溶液等来氨化过磷酸钙，因而开展了对这些过程的化学研究工作。

这里首先应该指出美国所进行的一系列工作[24]，这些工作是关于氨化时与磷酸二氢钙退减成 CaHPO_4 、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 及 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 同时发生的一些反应的研究。

与这一问题有关的多组份盐类系统，主要是 $\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{N}_2\text{O}_5-\text{NH}_3-\text{H}_2\text{O}$ 五元系统的平衡研究，也具有重大的意义。此项研究是由许多瑞士研究者在 R. 弗拉特 (FLatt) 的领导下经过周密考虑后进行的[25]。

苏联肥料及杀虫杀菌剂科学研究所正在研究 $(\text{NH}_4)_2\text{O}-\text{MgO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 和 $(\text{NH}_4)_2\text{O}-\text{CaO}-\text{P}_2\text{O}_5-\text{H}_2\text{O}$ 系统，这两个系统对于了解用氨中和卡拉-塔乌磷钙石制得的过磷酸钙时

所发行的过程是很重要的，特别是可以查明氮化过磷酸钙在其送入仓库后发生凝結现象的原因。

应该扩大所研究的系統的范围，把鉀盐也包括进去[25]。

这些研究是有前途的，因为今后过磷酸钙工业的发展不管采用何种方案，都是与含有微量元素的完全肥料的生产有着不可分割的关系。

参 考 文 献

1. M. Mehmel Zs. f. Phys. Ch. B 15, 223—31 (1931).
2. И. Д. Борнман-Старынкевич и Н. В. Белов. ДАН. 26, 811 (1940); 90, 89 (1953).
3. Н. В. Белов. ДАН 22, 90 (1939).
4. Р. П. Озеров, Л. В. Гриншпан и Г. И. Бушинский. Записки Всесоюзного Минер. общ. 3, 303 (1956).
5. F. Carbone L'Ind. Chimique февраль 1956 г., стр. 41.
- 5а. А. В. Казаков, Фосфатные фации. М.—Л., ГОНТИ, 1939. Труды НИИУФ, вып. 145.
6. С. И. Вольфович, Л. Б. Гриншпан и А. Б. Шехтер. ДАН 85, 137 (1952).
7. M. c Connell. D. Am. Min 23, № 1 (1938).
8. H. Bassett Zs. Anorg. Ch. 53, 33 (1907), 54, 1 (1908).
9. А. П. Белополюский, А. А. Таперова, М. Т. Серебренникова, М. Н. Шульгина. Ж. «Хим. пром.», 14, 7, 504 (1937).
10. Elmore K. and Farr T. D. Ind. a. Eng. Chem. 32, 4, 580 (1940).
11. А. А. Таперова. Ж. «Пр. х.» 13, № 5, 643—52 (1940).
12. А. А. Таперова и М. Н. Шульгина. Ж. «Пр. х.» 18, № 9/10, 521—28 (1945).
13. М. Л. Чепелевецкий и Е. Б. Бруикус. Физико-химические основы производства суперфосфата (в печати).
14. М. Л. Чепелевецкий и Ц. С. Больц. Ж. «Пр. х.» 10, № 7, 1186 (1937).
15. А. П. Белополюский и А. А. Таперова. Ж. «Х. пр.» 15, № 3, 44 (1938).
16. H. G. Marshall, S. B. Hendricks a. W. L. Hill. Ind. a. Eng. Chem 32 12, 1631 (1940).
17. М. Л. Чепелевецкий. Изв. сектора физико-хим. анализа, 19, 326 (1949).
18. А. П. Белополюский, С. Я. Шпунт и М. К. Шульгина. Исследования по прикладной химии. Сборник научно-исследов. работ, посвященный памяти акад. Э. В. Брицке. М.—Л., 1955, стр. 107; Ж. «Пр. хим.» 22, 323 (1950); 24, 404 (1951); 27, 391 (1954).
19. Е. Б. Бруикус. Труды НИИУФ, 137, 110 (1937).
20. Е. Б. Бруикус. Исследов. по прикладной химии. Сборник научно-исследов. работ, посвященный памяти акад. Э. В. Брицке, М.—Л., 1955, стр. 184.

- 20a. *H. Guerin et R. Martin*, Compt. Rend. 234, № 18, 1777 (1952).
21. *Е. Б. Бруцкус, М. Л. Чепелевецкий*, Изв. сектора физ.-хим. анализа АН СССР, 20, 383 (1950).
22. *К. С. Краснов*, Ж. «Прикл. химия» 25, 1114 (1953); 28, 1275 (1955).
23. *М. Л. Чепелевецкий, Е. Б. Бруцкус, К. С. Краснов, Е. В. Южная*, Ж. «Неорг. хим.» 1, 1512, (1956).
24. *E. W. Hartwey and G. L. Frear* в кн. *W. H. Waggaman Phosphoric Acid, Phosphates and Phosphatic Fertilizers*, Reinhold Publ. Corp. 1952.
25. *R. Platt, G. Brunisholz* с соавт. *Helvetica Chimica Acta* тома 33—39, 1950—56 гг. (20 публикаций).

过磷酸鈣的技术进展

Л. Л. 齊爾林

虽然在第二次世界大战后的年代里高效磷肥的生产在许多国家中都有了很大的发展，但是主要的磷肥仍然是普通过磷酸鈣。其比重约占水溶性磷肥世界总产量的70%左右。

普通过磷酸鈣在磷肥总生产中所以占有这样的地位，除了由于产品在农学上的性质很好外，还由于其生产技术简单、成本低、工厂基建费用少。

1955年，过磷酸鈣的生产总量为二千六百六十万吨，其中美国占30.4%，欧洲占44.7%。

无论在美国或在欧洲，大多数过磷酸鈣工厂的生产能力都是很小的，而且是旧式装备的。例如，根据1950年的统计，当时美国200个进行生产的工厂中只有111个工厂具有机械化的化成室，其中16个系连续操作，95个系间歇操作。

连续操作装置中最通用的有布罗德弗尔特(Broadfield)装置(美国，英国，比利时，捷克斯洛伐克)和莫里茨-斯坦特(Moritz-Standaert)装置(英国，法国，德意志民主共和国，捷克斯洛伐克，南斯拉夫)。近年来实现了以连续法生产过磷酸鈣的新方法，如萨克特法(Sackett)(美国)和芒特卡提尼法(Montecatini)(意大利)。

萨克特法系利用空塔作为混合器，磷酸盐和硫酸以悬浮-分散态导入。

芒特卡提尼法的特点在于化成室的结构新颖，为一个带有翻倒自动卸料斗的迴转斗式运输机。

在某些新厂中已实现了磷酸盐和硫酸加料的自动调节。

苏联的过磷酸鈣工业基本上是生产能力大的工厂组成的。