

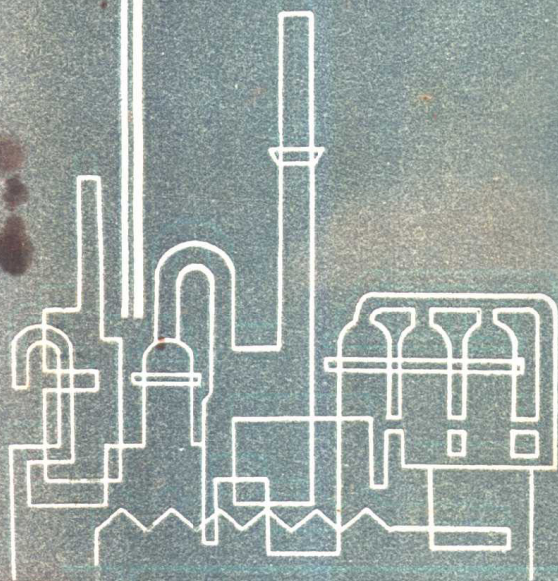
8/18
ZKA

GUOWAI HUAGONG JIXIE

国外化工机械

(1)

中国科学技术情报研究所
化学工业部化工机械研究所 编
一机部化工与通用机械研究所



化学工业出版社

HUAXUE GONGYE CHUBANSHE

目 录

化工机械制造的基本任务.....	1
化工设备标准化.....	24
沸腾 屋 化学反应装置.....	34
离心式换热器.....	54
进行扩散过程的喷射塔.....	56
苏联烏拉尔化工机械厂化工设备制造工艺的改进.....	61

化工机械制造的基本任务

В. Б. 尼科拉耶夫

Основные задачи химического машиностроения,
В. Б. Николаев, Издательство АН СССР, 1959

苏共第二十一代表大会在1959~1965年苏联发展国民经济的控制数字中，确定了作为整个机械制造一部分的化工机械制造的任务。在七年内，化工设备产量应增大2.2~2.4倍，1965年化工机械制造产品的年产值将为35~37亿卢布。

必须指出，机械制造单位不仅应该增加化工机器和设备的产量，同时还应该大大扩大它们的品种，研究和试制大量全新的结构。

在创造和试制生产新的塑料、合成树脂和合成橡胶的设备，以及把这些材料加工成半成品和成品的设备方面，给化工机械制造的设计人员和其他工作人员提出了许多新问题。

为了完成发展化学工业的控制数字，机械制造者面临着创造成套的大型设备的任务。例如，新设备应保证每个车间生产聚乙烯的能力为24000吨，而不是从前的设计方案规定的每个车间为5000吨和10000吨。在化学工业中，建设一套更大生产量的设备，将能大大节省投资和管理费用。

现代的化工企业装备有各种各样机器设备、自动化仪器和仪表。但是，只有用化学和物理化学变化方法直接对物质进行加工的这类设备和机器的生产部门，才是化工机械制造部门。

从这个定义出发来制定机械制造厂制造的机器和设备的分类，并在此范围内来讨论化工机械制造的现状和当前发展的任务。

如果以各种各样的化工生产为依据，那么机器和设备的名目将是极其繁杂的，但是，如果以过程作为依据（有一部分过程与其说是化学过程还不如说是物理过程，但是其最终目的是物质的化学变化），那么它可以减少和归纳成相当严整的系统。这些主要过程的数目是相当少的，并仅限于下列数种：热交换、蒸发、精馏、吸

收、萃取、混合、結晶、液态非均一系的分离、干燥、焙烧、化学反应、塑料和橡胶加工成半成品和成品的过程。

若以过程作为分类基础，从结构型式、机械制造工艺及所用材料和保护复盖层的共同点来考察化工设备和机器，则化工设备可分为下列主要的几类：热交换器、蒸发设备、精馏塔、吸收塔、干燥器、焙烧、干燥和結晶用轉鼓设备、用深冷法和吸收法分离混合气体的设备、低压和中压反应设备、高压设备、搪瓷设备、离心机、过滤机、分离器、橡胶、塑料和膏状物质的加工机器、非金属材料设备。

新型結構的化工设备及其結構进一步发展的途径

化工机械制造厂已試制成功并正在生产着多种化工设备。

在这篇报告內，不可能将苏联工厂正在生产和准备生产的、所有各种类型和规格的化工设备全部加以評述。所以，我們只討論上述分类中的几类化工设备，并且只談化工机械制造厂及科学研究机构正在研究的某些化工机械制造发展的总的趋势。

热 交 换 設 备

在化学生产的工艺流程中，热交换设备是最普遍采用的设备之一。

分析每年化工设备产量的統計資料表明，按重量計算热交换设备占化工设备总生产吨数的10%。所以，合理地安排传热，降低热交换设备的重量，减少制造设备用的劳动量均具有巨大的意义。

现在，在工业中广泛采用列管式热交换器。工厂生产許多类型和规格的这种类型热交换设备，而它們只由相当有限的标准结构元件組成。例如，由三种管径的管子同少数不同直径的管板和各种长度的管子，便可以組合成300多种规格的列管式热交换器，其表面积为1~800米²。在載热体的物态不改变和所传递热量很多的情况下，便会使设备过于庞大，耗用金属很多。

螺旋式热交换器具有較高的传热系数，和較低的流体阻力，在这些设备中，參予热交换的介质为卷成螺旋形的薄金属隔板分隔

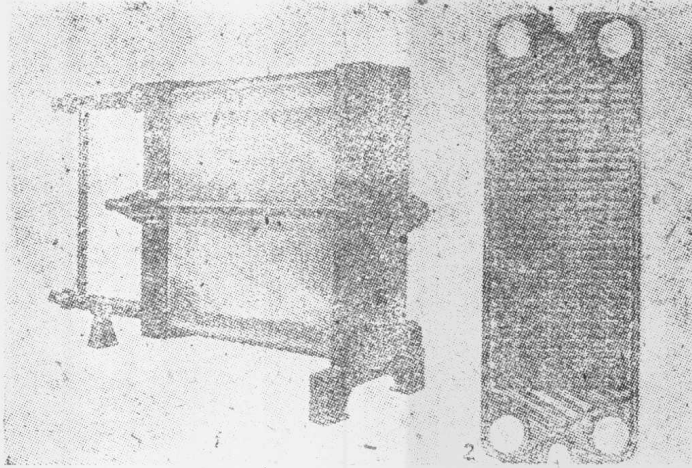


图 1 可拆卸的板式热交换器

1—装好的热交换器；2—热交换器的热交换板

开。这种热交换器的结构已很熟悉，并經标准化，工厂正在生产。在最近期間将生产用宽达1200毫米的鋼带制成的、热交换面很大的螺旋式热交换器。

现在已研究出一系列可以拆卸的板式热交换器（图1），这种换热器可用来进行粘稠液体和乳油液之間的热交换。这种热交换器特别适合于需要經常将热交换器拆开，以清除热交换面上的垢层的情况。当在同一热負荷下，这种热交换器所需的热交换面，比列管式热交换器少 $1/3 \sim 1/2$ 。

带交叉編合式管束的蛇管热交换器（图2）是改良型的热交换设备，它广泛用于气体分离装置中。

上述各类型热交换器（列



图 2 交叉編合管束式热交换器

管式热交换器除外)的用途有限,只能部分地解决創制高效热交换設備的問題。

因而,进一步研究的方向是:試制高传热系数的其他类型的热交换設備,特别是叠板式热交换器和管内或管外带有翅片的热交换器。后者得到广泛采用,特别是在气体分离过程中。此外,还必须繼續对高传热系数和低流体阻力的全新結構热交换設備的进行研究。

蒸 发 設 备

溶液蒸发过程广泛地用于化学工业及与其邻近的造纸业、制糖及其他工业部門。

现在在工业中采用最多的是加热室在內或加热室在外的多效蒸发装置。根据所蒸发介质的性质,这些設備可用碳素鋼、耐酸鋼、銅、鋁和其它金属制成。

强化蒸发过程可在很大程度上縮小加热面的尺寸,因而也就縮小了整个蒸发装置。这样,除了減輕設備重量外,还創立了进行蒸发工艺过程的更为有利的条件,特别是对于热稳定性低的产品。所以高生产率的蒸发設備在化工生产中得到广泛地采用。属于这类設備的有:强制循环蒸发器、自由降膜式蒸发器、带有攪拌装置的液膜蒸发器。所进行的科学研究工作和工厂的使用經驗表明,这些蒸发器的效率可以比普通的蒸发器高1.5~2倍。

同时必須指出,由于苏联热电站和水电站分布网的广泛发展,出现了普遍使用廉价电力的可能。采用可以精細調节过程的电热蒸发器是一种有发展前途的方法。特别是这种蒸发器可用来蒸发高沸点溶液(例如,用于烧碱的生产中)。

塔 設 备

塔設備也是化学工业中应用很广的一类設備,它用于吸收、精餾和萃取过程。

根据对精餾和吸收过程中所发生现象的研究,以及在这些过程中对設備所作的工业檢驗的結果,选出了最有效的几类塔,它們的

大部分零件和部件业已标准化。

依靠加大气-气流在塔板间的空间速度来强化过程,是进一步改进塔式设备的主要任务。例如,采用穿流式塔板就可以将气流速度由0.6米/秒增加到2米/秒。现在正在研究将气流速度增加到5米/秒或更高的结构。在萃取塔中采用脉动萃取,采用较新型的填料和超声波可以强化萃取过程的质交换。

最近在萃取和吸收过程中使用离心式设备取代塔设备的趋势得到了发展。这些设备如:涡轮吸收器(它用涡轮或其他搅拌机构将气流强力喷入液体中),和迴轉式逆流萃取器(图3)。后者与现有的离心萃取器不同之处是没有填函密封装置。自行流入的液流沿

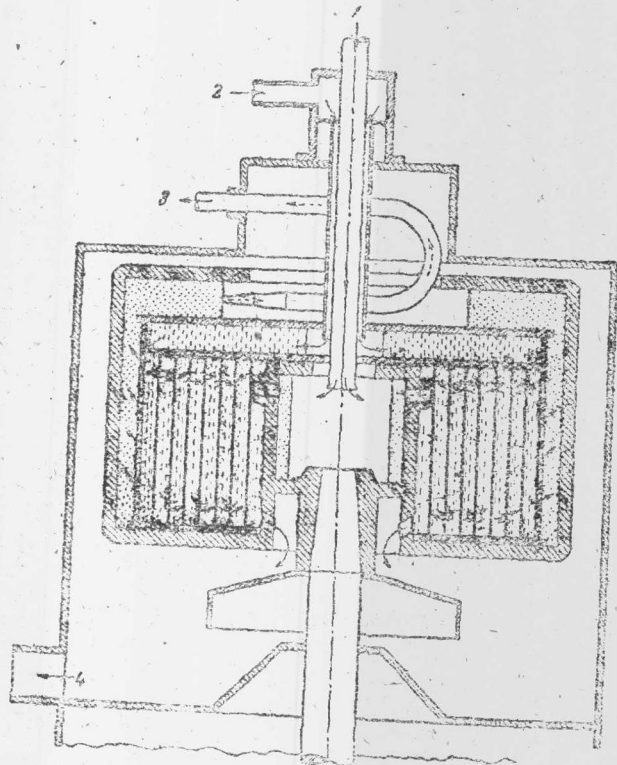


图 3 迴轉式逆流萃取器

1—重相入口; 2—輕相入口; 3—重相出口; 4—輕相出口

轉子的环形通道按軸向流动，因而保證了輕相和重相在小孔之間的地段分离的最有利条件。輕相和重相是沿轉子的整个周边均匀地送入，而所分离的二相也是沿轉子整个周边均匀地排出。

最后應該指出，为了節約金属，在設計塔設備及个别部件的結構时，采用各种非金属材料，如塑料、陶瓷、石墨等是有很大的意义的。

干燥設備

在大多数化学生产中，工艺过程的最后一步是将产品进行干燥。苏联生产所有主要类型的干燥設備。

在实际生产中，只要在现有类型的干燥器內，造成对该产品最

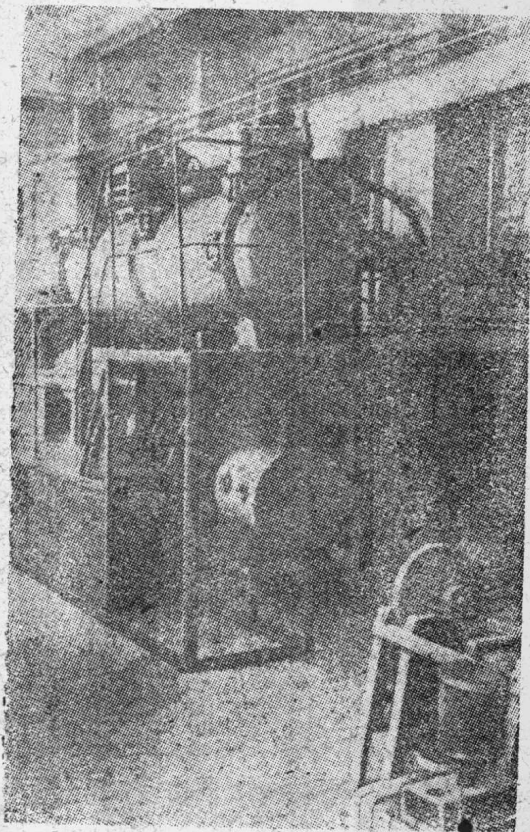


图 4 連續式升华干燥器

适宜的干燥条件，便可以干燥各种物理化学性质不同的产品。但是，化学工业的发展，特别是合成材料的生产，要求创造新的高效率的干燥设备。

研究证明，采用升华干燥器干燥许多化工产品（例如颜料）是有发展前途的。现有类型的间歇式升华干燥器还不能满足工业上的要求。图4示出了连续式升华干燥器的试验模型。钢带在密闭的圆筒形壳体内部不断地移动。用特殊给料器（不会破坏壳体内部的严密性）向上面一段钢带的始端送入产品，干燥产品在设备另一端取下，通过闸门装置排出。闸门装置保证把设备的内部空间与周围介质隔开。

现在所研究出的干燥器的生产能力较小——按蒸发出的水份计为50公斤/小时；现在正在试制生产量为200公斤蒸发水/小时的装置。

为了干燥某些合成材料。应该制造综合法干燥的设备：即第一步用接触薄层干燥器进行薄层干燥，第二步用沸腾干燥。

混合气体分离设备

七年计划的控制数字规定，以利用石油气和天然气为基础，急剧增大合成产品的产量。在本文中全面地讨论这个问题是不可能的。

作为一个例子，仅讲一讲为向合成酒精、聚乙烯和聚丙烯生产提供气体原料所进行的工作。乙烯和丙烯的工业制取是基于分离由石油产品热解而得的各种烃气，石油开采和加工中的副气及天然气。分离含氮天然气时，同时也制取氮气。

对于七年计划规定要建设的合成材料大型生产厂来说，用现有生产能力（按一套设备的能力计）的气体分离装置是不合算的。

机械制造业面临的首要任务是研究、制造高生产能力的气体分离装置，并将其投入使用。例如生产能力不小于16000标准米³/小时（按加工气体计）的焦炉煤气分离装置；12000和30000标准米³/小时的热解气体分离装置；以至生产能力为50000~60000标准米³/小时的这种分离装置。创造这些高生产能力的设备，首先

需要研究以电力或燃气轮机传动的强力涡轮压缩机、生产能力相当的反应塔、有效的热交换设备，以及抽送液化气体的泵。此外，设备必须最大限度的自动化，要求研究新的远距离传动的管件、过程的检查和操纵仪器。

在研究气体分离装置配套所需的设备时，应考虑到总的趋势是将设备装在室外。

反应设备

所有目的是要使物质起化学变化并在一定的热力和压力（或真空）条件下所进行的过程，都是在统称反应器的设备中完成的。根据反应器的用途不同，其结构和尺寸也是极其多样的。

现代的化学工业要求既能保证产品在加热或冷却时有强烈的热交换，又要保证此时的工艺条件恒定，并且还要求保证所进行的过程连续。不满足这些条件，便不能制成合成树脂、塑料的生产中聚合、缩聚和其他过程用的高生产能力的反应设备。为此，必须首先在反应设备中广泛采用过程的自动控制和调节。创造这样的反应设备是化工机械人员的迫切任务。

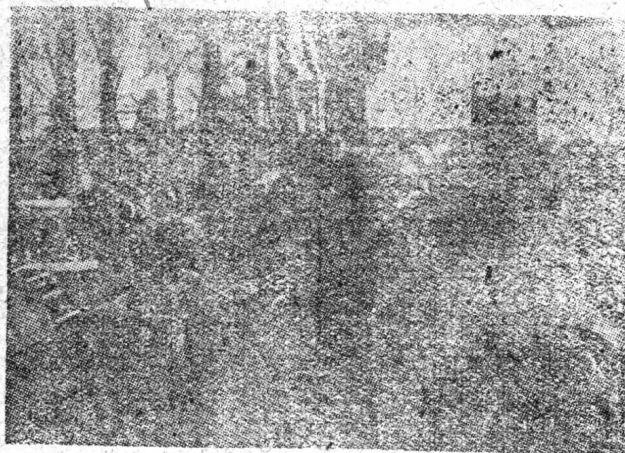


图 5 在装配过程中的高压反应塔

许多生产中采用高压下操作的反应器。为了制造合成氨、合成甲醇及其它产品，正在制造大型高压反应器，其直径达1500毫米，

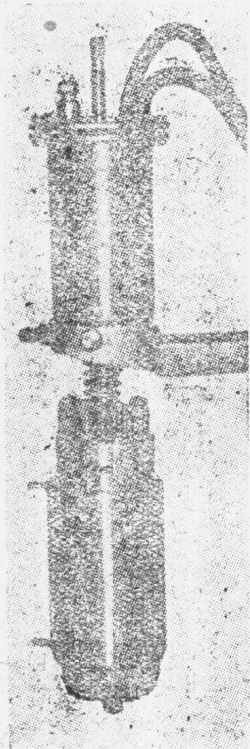


图 6 带密封传动
搅拌的反应器

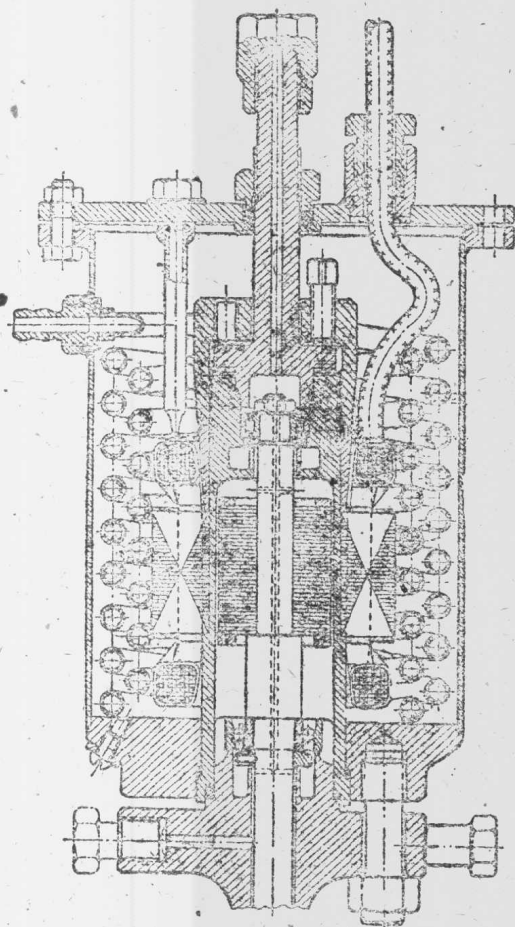


图 7 搅拌器的密封传动装置

壁厚为200~300毫米，高为12~15米。图5中示出了在装配过程中的这种反应器。这些反应器有整锻式的，锻造焊接式的和其他结构型式的。目前机械制造人员和工艺师正致力于研究制造时消耗金属及劳动量最小的更合理的结构。

为了使过程强化，在反应器结构中采用搅拌装置。苏联的机械制造业研究并制成了一系列具有无填料密封搅拌装置的密封反应器（图6和7）。这种反应器与一般的不同，其搅拌器是通过旋转磁场把扭矩传递给电动机转子（直接装在工作机构的轴上）来带动的。

对于腐蚀性介质的作用，电动机的转子和定子用非磁性耐酸钢保护。

物理化学过程在原料薄膜内进行的、带转子的反应器，用于缩聚、聚合和某些其他过程是有前途的。

这种设备的试验结构已为苏联的工业部门研究出来并正在试制。

搪瓷设备

化学工业的各个部门广泛采用复盖有透明的耐酸搪瓷的生铁和碳素钢设备。

搪瓷复盖层几乎对一切介质都具有化学稳定性，所以有这种复盖层的设备能成功地代替昂贵的有色金属和特种钢设备。在许多生产中，金属会对产品纯度或所进行的反应有不良影响，这时搪瓷设备是独一无二无可替代的设备。

化学工业对搪瓷设备的需要量很大，但是产品的产量和品种不能满足化学工业日益增长的要求。机械制造人员正大力消除这方面的缺陷。

目前已研究出一系列搪瓷，其耐酸性和热稳定性均比从前所用的为高。现已研究出了容积25000升容器、长达2.5米的管子、这类管子的连接件、启闭阀件搪瓷工艺。

最近期间的主要任务是增加搪瓷设备的产量、试制容积25~50米³的大型设备、改进搪瓷复盖层的质量，以便保证在100大气压的压力和300°C以下的工作温度时操作可靠。

非金属材料设备

制造化工设备用的主要非金属材料是：陶瓷、各种塑料和石墨。

陶瓷设备在所有酸碱中均稳定，只有氟氢化物和热的强碱除外。因此它广泛地用于化学生产中，在许多情况下它能成功地替代金属设备或其部件和零件。

现在已成功地使用着一系列的陶瓷制品：反应器、泵、阀门、

塔的零件、过滤器和其他制品。我们的任务是进一步又快又好地增加这些制品的产量，充分地满足化学工业的需要。

由于塑料的高度化学稳定性、足够的机械强度、易于用切削工具加工、焊接或胶合，所以它在化工设备制造中得到大量采用。法奥里特、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚乙烯和其他塑料，在化工机械制造中得到了广泛的应用。采用这些材料可以制造各种容器、塔、泵、管件、管子和其他设备。

现有塑料化工设备结构的系列化和研究，设备及其部件及零件的标准化系列的制订是当前首要任务之一。在化工机械制造中采用玻璃钢(玻璃增强塑料)是有前途的。用浸渍不透性石墨制的设备，特别是热交换设备，由于它的传热系数高和对一系列侵蚀性介质稳定，因而得到广泛的应用。

分离非均匀系液体的设备

悬浮液和乳油液的分离技术、溶液的澄清和净化技术，正在沿着创造连续操作和改进间断操作机器的道路发展，并且，在绝大多数情况下，间断操作的机器也装备了自动操纵装置。

苏联为化学工业及其邻近的工业部门成批生产大多数类型的离心机、过滤器和分离器。

为了分离难过滤的和细分散的悬浮液，以及为了清除溶液中的悬浮物，设计了一系列各种类型的新设备。

ФПАК型自动化卧式压滤机，在处理难过滤的悬浮液时，采用最多。这种压滤机(图8)由一系列水平滤板，固

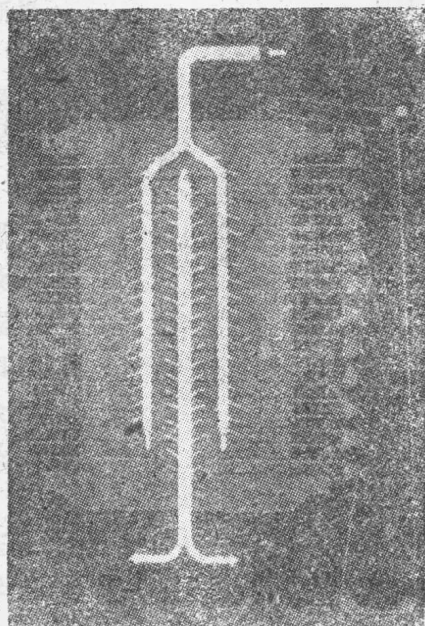


图 8 ФПАК型压滤机示意图

定地安裝在垂直的支架上而組成，各板間隔25毫米。每塊濾板向下的一面，沿周邊有凹槽，槽內安置有彈性橡皮制的橢圓形厚壁管，向管內送入約10大氣壓的水時，橡皮管便脹成圓形，壓在下面的板上，形成壓濾室的側壁。濾布張在一系列輓子上，曲折地通過板間的所有的縫隙，在工作位置時，濾布被橡皮管壓在濾板的整個周邊上。過濾、洗滌濾渣和用壓縮空氣吹松濾渣以後，卸去橡皮管內的壓力，濾板間重新形成縫隙，輓子借自動開動的傳動裝置轉動而帶動濾布并除下濾渣。

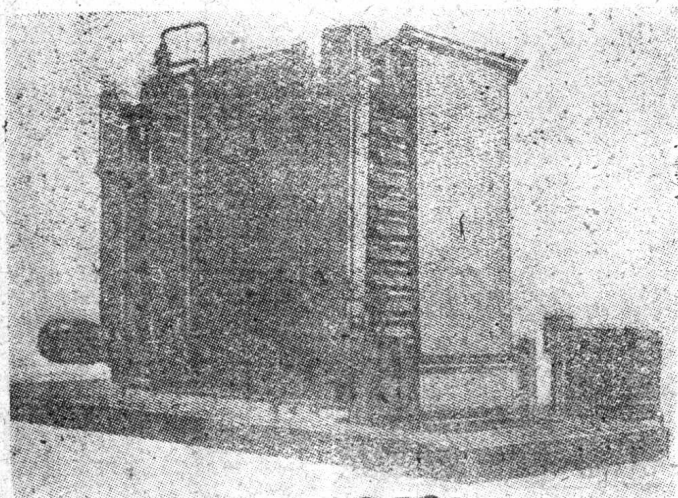


图 9. QHAK型压滤机

自动压滤机示于图9中。系統可以自动調節任何一道工序的次數，例如連續洗滌的次數，并可自动調節每一工序的延續時間，因此压滤机可以方便地調整在最适宜操作条件。自动压滤机的单位生产能力比一般結構的压滤机高5~7倍。

自动化的自动卸料分离器用来脫除溶液中的悬浮物。苏联首批試制的这种类型的分离器，在試用于淨化石油产品，以及某些化工生产中时，得到了良好的結果。

沒有濾布是分离器的主要的、肯定的优点。在必要时，分离器除了能脫除溶液中的悬浮物以外，还可以分离溶液中摻杂的不混合的其他液体。

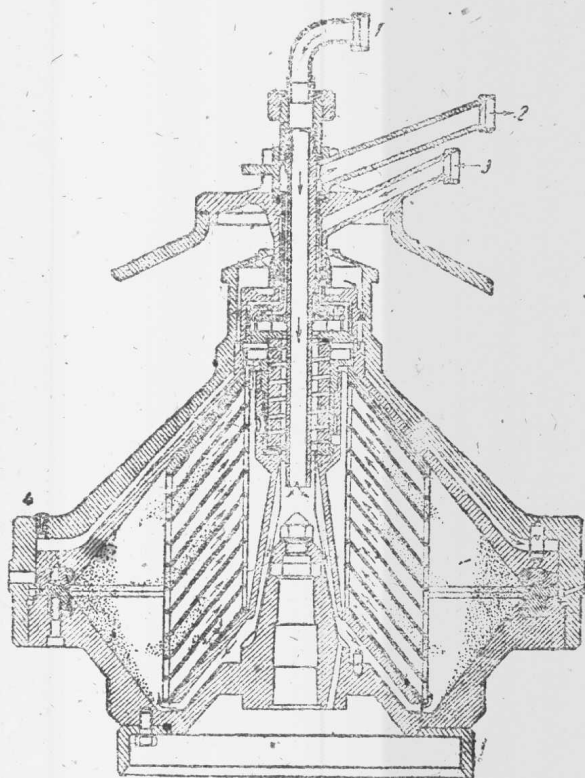


图 10 自动卸料分离器的锥形鼓

1—悬浮液送入口；2—澄清液出口；3—缓冲液入口；4—缓冲液出口

自动卸料分离器（图10）与普通分离器不同，它的锥形鼓的内室，是用上边的浮起的液压锥沿周边封严。液压系统中的压力条件改变时，液压锥以全转速稍微开启，积存于锥形鼓中的滤渣被离心力抛至形成的缝，此后缝又重新关闭。

扩大或依靠过滤过程的最大强化来提高设备的生产能力对于大量的化工生产中的易过滤物料来说特别迫切。

拟定的解决这个问题的途径是创造和在生产中采用高生产能力的连续式离心机。这种离心机如：HПП型连续式多级过滤离心机，它用推动活塞卸除滤渣。转子内的滤渣，从一级抛到另一级，因而促进了滤渣更好的挤压脱液和洗涤。

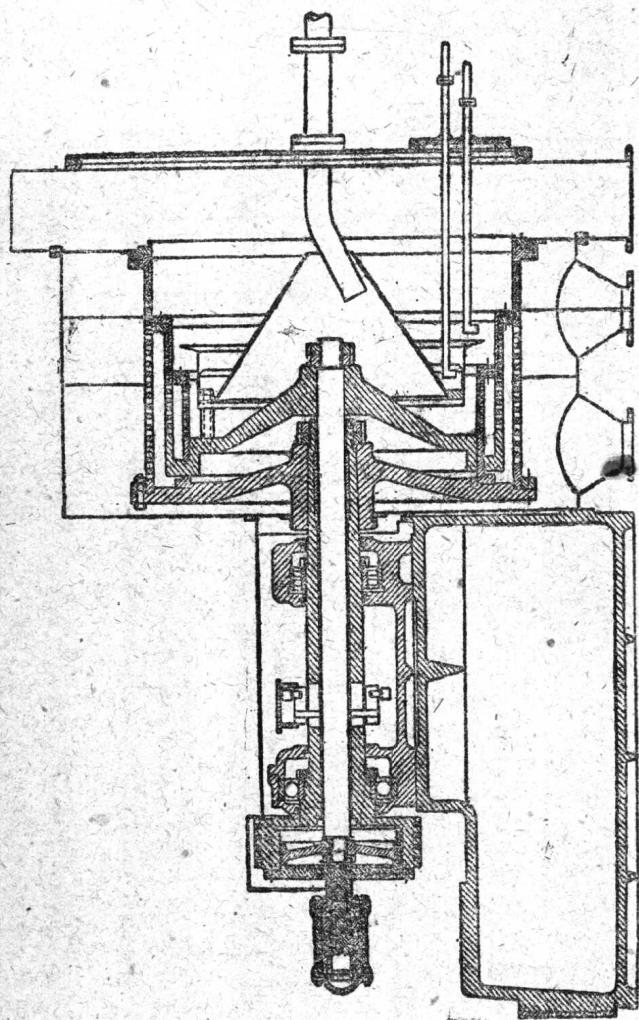


图 11 連續操作的HTD型多級离心机

一种轉子 $\phi 2200$ 毫米的这类离心机(图11),是用来代替純碱工业中的过滤器的,在生产能力达30吨/小时时,它可把碳酸氢鈉的湿度从16~18%降低到8%。

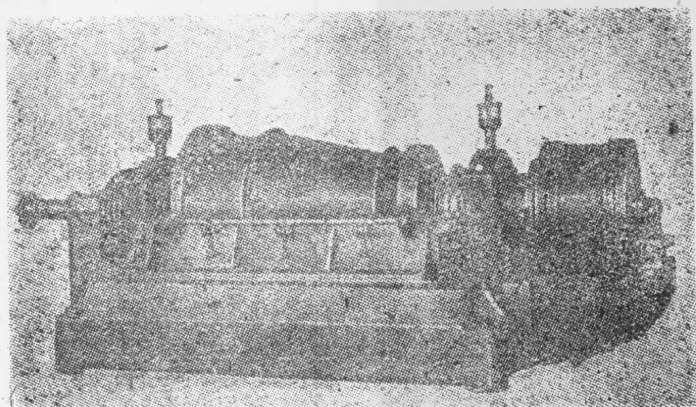


图 12 連續操作的HOF III型离心机

HOF III型連續螺旋式沉降离心机,由于提高轉速(3000轉/分或更高)而强化了。新型的HOF III-325离心机(图12),其分离因素为2200,即比现有的这种类型的离心机大2倍。这种离心机的外廓尺寸較小(錐形壳最粗部分的轉子直径才325毫米,轉子总长度为700毫米),在用于回收废水中的聚氯乙烯树脂时,它的生产能力达12000升/小时,实际上能完全收回这种产品。高分离因素的HOF III型离心机用于許多化工生产中。

依靠旋轉轉子的軸向振动卸除固相的HBB型連續式振动过滤离心机(图13)是新型高生产能力的机器之一。創造振动离心机是苏联发明家Л.М.曼德累科工程师首先想出来的,早在战前他就提出了类似的結構。这种类型的离心机广泛用于悬浮液的固相具有晶体結構的所有情况中。

連續带式 and 立式真空过滤器,品种将扩大。过滤固相粒度从0.5毫米到0.5毫米以下的悬浮液时,采用这种过滤器特別有效。由于这种过滤器上的滤渣洗滌条件特別有利,因此可以实现多次逆流洗滌,并且滤渣洗滌效率很高。

现在生产的带式过滤器,过滤表面达10米²,将制造的立式过