

水力旋流器 在有色金属选矿中的应用

苏联有色冶金工业部 編
武沛鈞 等譯

冶金工业出版社

74.42
962

水力旋流器

在有色金屬選礦中的應用

蘇聯有色冶金工業部 編
武沛鈞 于同陞 譯
徐敏時 塔拉

34436/09



本書根據蘇聯金礦管理總局技術情報分局出版的「水力旋流器在有色金屬選礦中的應用」一書1955年莫斯科版譯出。

原書編輯者爲科列班諾夫 (О.Б.Клебанов)，斯皮瓦科夫 (Я.Н. Спываков)，特羅依茨基 (А. В. Троцкий)。

本書為蘇聯有色冶金部於1955年8月召開的關於水力旋流器在有色金屬選礦中的應用問題的技術會議資料匯編。其中有七篇專題報告，指出了水力旋流器的使用前途，介紹了蘇聯各選礦廠的經驗，並闡述了水力旋流器的理論基礎、規格以及選擇等問題。

書中編入了與會代表們的發言，以及會議關於這一問題的決議。

本書不僅適用於有色冶金工業部門的科學研究人員、工程技術人員和設計人員，並對黑色冶金工業，化學工業，煤炭工業以及建築材料工業部門的有關人員也有所裨益。

水力旋流器在有色金屬選礦中的應用

武沛鈞等題

1957年 5 月第一版 1957年 5 月北京第一次印刷 1,500 册

850×1168· $\frac{1}{32}$ 100,000 字·印張 48 $\frac{1}{2}$ ·定價 0.70 元

冶金工业出版社印刷厂印

書號0675

冶金工業出版社出版 (地址: 北京燈市口甲45號)

目 錄

報 告

水力旋流器在有色冶金工業中的使用前途·····	A. B. 特羅依茨基···	4
水力旋流器在選別有用礦物中的應用·····	A. И. 波 瓦 羅 夫···	11
水力旋流器在錫、鎢選礦中的使用經驗·····	A. И. 涅多果沃羅夫···	40
在諾里爾斯克選礦廠運用水力旋流器的經驗·····	Ю. Ф. 涅納羅科莫夫···	54
紅烏拉爾選礦廠運用水力旋流器的經驗·····	И. С. 郭 爾 斯 基···	68
細磨循環中水力旋流器的應用·····	Л. А. 皮 契 紐 克···	80
水力旋流器在資本主義國家工業中的應用·····	К. Н. 維 利 果···	95

發 言

巴列依金礦聯合企業 Б. В. 季米特羅維奇的發言·····	113
金礦管理總局 И. Ф. 巴雷士尼科夫的發言·····	115
中烏拉爾煉銅廠 Е. М. 普里馬科夫的發言·····	119
國立有用礦物機械處理科學研究設計院 B. A. 隆德克維斯特的發言·····	122
米祖爾選礦廠 А. С. 霍多夫的發言·····	126
稀有金屬管理總局 А. И. 茹科夫的發言·····	128
蘇聯有色冶金工業部副部長 В. Н. 科斯廷的發言·····	130

決 議

蘇聯有色冶金工業部選別有色和稀有金屬礦石運用水力旋流器 問題技術會議的決議·····	133
---	-----

74.42
962

水力旋流器

在有色金屬選礦中的應用

蘇聯有色冶金工業部 編
武沛鈞 于同陞 譯
徐敏時 塔拉

34436/09



本書根據蘇聯金礦管理總局技術情報分局出版的「水力旋流器在有色金屬選礦中的應用」一書1955年莫斯科版譯出。

原書編輯者為科列班諾夫 (О.В.Клебанов)，斯皮瓦科夫 (Я.Н. Спиваков)，特羅依茨基 (А. В. Троцкий)。

本書為蘇聯有色冶金部於1955年8月召開的關於水力旋流器在有色金屬選礦中的應用問題的技術會議資料匯編。其中有七篇專題報告，指出了水力旋流器的使用前途，介紹了蘇聯各選礦廠的經驗，並闡述了水力旋流器的理論基礎，規格以及選擇等問題。

書中編入了與會代表們的發言，以及會議關於這一問題的決議。

本書不僅適用於有色冶金工業部門的科學研究人員，工程技術人員和設計人員，並對黑色冶金工業，化學工業，煤炭工業以及建築材料工業部門的有關人員也有所裨益。

水力旋流器在有色金屬選礦中的應用

武沛鈞 等 譯

1957年5月第一版 1957年5月北京第一次印刷 1,500冊
850×1168· $\frac{1}{32}$ 100,000字·印張48 $\frac{1}{2}$ ·定價0.70元
冶金工業出版社印刷廠印 書號0675

冶金工業出版社出版 (地址：北京燈市口甲45號)

目 錄

報 告

水力旋流器在有色冶金工業中的使用前途·····	A. B. 特羅依茨基···	4
水力旋流器在選別有用礦物中的應用·····	A. И. 波 瓦 羅 夫···	11
水力旋流器在錫、鎢選礦中的使用經驗·····	A. И. 涅多果沃羅夫···	40
在諾里爾斯克選礦廠運用水力旋流器的經驗·····	Ю. Ф. 涅納羅科莫夫···	54
紅烏拉爾選礦廠運用水力旋流器的經驗·····	И. С. 郭 爾 斯 基···	68
細磨循環中水力旋流器的應用·····	Л. А. 皮 契 紐 克···	80
水力旋流器在資本主義國家工業中的應用·····	К. Н. 維 利 果···	95

發 言

巴列依金礦聯合企業 Б. В. 季米特羅維奇的發言·····	113
金礦管理總局 И. Ф. 巴雷士尼科夫的發言·····	115
中烏拉爾煉銅廠 Е. М. 普里馬科夫的發言·····	119
國立有用礦物機械處理科學研究設計院 B. A. 隆德克維斯特的發言·····	122
米祖爾選礦廠 А. С. 霍多夫的發言·····	126
稀有金屬管理總局 А. И. 茹科夫的發言·····	128
蘇聯有色冶金工業部副部長 В. Н. 科斯廷的發言·····	130

決 議

蘇聯有色冶金工業部選別有色和稀有金屬礦石運用水力旋流器 問題技術會議的決議·····	133
---	-----

報 告

水力旋流器在有色冶金工業中的使用前途

蘇聯有色冶金工業部技術司 A. B. 特羅依茨基

許多專家聚集在這裡參加召開部的技術會議，是爲了討論這樣一個看起來很簡單明了但是却很重要的問題，這就是怎樣在我國企業的工業生產實踐中應用水力旋流器的問題。

蘇聯有用礦物機械處理科學研究設計院從1939年就開始研究水力旋流器的問題，並發表了一些關於這一問題的理論研究著作。許多關於水力旋流器的應用的資料曾發表在中央情報研究所的文集上，礦山雜誌上，[科雷馬]雜誌上，金礦管理總局技術情報分局的資料彙編上，以及國立有色冶金設計院的出版物上。在今年2月，部里下達了1955年2月12日第78號「關於在蘇聯有色冶金工業部企業選礦廠中運用和掌握水力旋流器」的特殊命令。

由於所有這些措施，我國的現廠工作者在1955年對水力旋流器投以極大的注意，並利用他們已有的資料開始在各自的生產實踐中大膽地運用了水力旋流器。

分析工業規模地使用水力旋流器的工作指出，在這件事情上缺乏應有的組織，並且我國科學研究院也沒有用必要的理論資料和實際資料幫助生產。在許多情況下，科學研究院反而成了事物的尾巴，因而降低了運用和掌握這些先進設備必要而又可能達到的速度，而生產工作者由於被迫而零星地做過試驗，並在運用它

的過程中也克服了某些困難。

有用礦物機械處理科學研究設計院提出研究和運用這一先進設備的速度，可是我們不能常這些速度的浮據。這個主要的研究院在1939年就開始研究水力旋流器的工作，但對這項工作開展得極其緩慢，其原因實令人難解。

一年以前在化學工業部國立礦產化學原料研究所 (ГИГХС) 曾進行過使用水力旋流器的重要研究工作，該所專門領導我國科學研究院和管理總局的許多工作人員進行過研究。

中央錫礦科學研究所 (ЦНИИолово)、金礦科學研究所 (Нигризолото) 都立刻提出研究和運用水力旋流器的著作，並力求交流經驗。在這些研究所裡組成了研究水力旋流器工作的小組，進行這方面的試驗並開展工業試驗。關於這些問題你們今天在相應的報告中可以聽到。各管理總局，如鎢礦管理總局、鉛鋅管理總局、金礦管理總局都設法在所屬企業中交流經驗。然而國立有用礦物機械處理科學研究設計院的工作人員却對這件事有些輕視，雖然承認使用水力旋流器有前途，但沒有做出應有的實際結論，只用他們對這些早已知道而且知道得很清楚來推諉。

在國立有用礦物機械處理科學研究設計院中研究和運用水力旋流器的小組到現在為止還沒有成立；新式水力旋流器的樣品沒有造出；對巴爾哈什煉銅廠、薩拉伊爾、佐洛圖辛斯克和查維廷選礦廠的技術援助沒有兌現；重介質選礦設備也沒有製造出來。

你們從阿奇賽聯合企業代表的報告中將要聽到，在國立用礦物機械處理科學研究設計院參加下提出的米爾卡利姆賽選礦廠在第三段磨礦和分級時利用水力旋流器的經驗，得到反效果。關於這點有用礦物機械處理科學研究設計院的代表波瓦羅夫同志也參加起草過一個相應的文據，阿奇賽多金屬聯合企業就根據這個文據做出了對於這一作業不適於採用水力旋流器的結論。

但是，波瓦羅夫同志在學習了諾里爾斯克選礦廠的經驗以後，認為這個結論是下得過早了。只為未考慮其他企業的經驗和

成就而做的不完善的工作進行辯護，這就是該院的權威對發展和運用這一重要的器械的壞影響的實例。現在我國企業在這一有發展前途的事業中感到困難，缺乏各種構造水力旋流器的圖紙、安裝和使用規程，也需要總結操作經驗——這全是有用礦物機械處理科學研究設計院的使命並且應當作好。然而在該院中所有這些工作或是沒有開始或是剛剛開始。

應當指出，該院創造了許多新選礦廠的設計，但實際上在這些設計中却對這一新的先進的設備和過程的知識和經驗未加考慮。因此適當地指出，雖然該院從1939年就進行水力旋流器的研究工作，但是在設計上應用它只是在78號命令下達後才開始。該院在這個問題上沒有起領導作用，然而沒有及時採取必要措施的技術司也有責任。

我專門在有用礦物機械處理科學研究設計院對水力旋流器在我國工業中的運用和掌握的事業的關係上講得這麼詳細，是因為它在過去已對水力旋流器運用到工業上的進程有了重大影響，而且在將來還要有重大的影響。該院在選礦方面的領導地位責成它不應拖延使用水力旋流器工作的發展，在這項事業上和在所有其他工作中一樣，這是主要的研究院。

今天將聽到各研究所和企業的許多技術報告，在這些報告中反映了水力旋流器工業應用工作中的成就和缺點。

我們的任務是總結這一經驗，指出改正缺點的途徑，從而保證進一步研究和在工業上運用這一先進的器械。

因為在以後的報告中將會詳細地敘述水力旋流器的理論研究和實踐研究的結果，我就不再講了，我只想對這一器械在有色冶金工業中的使用前途和使用它的進一步措施說幾句話。

使用水力旋流器可能的範圍我們還不完全清楚。從紅烏拉爾煉銅廠和諾里爾斯克選礦廠的代表的報告中，你們可以知道水力旋流器是各別產品分級和選礦的有效設備。從金礦科學研究所代表的報告中，你們可以知道它還可以做為濃縮機和重介質選礦設備。在中央情報研究所代表的報告中，將要談到在外國的技術中

水力旋流器如何獲得廣泛而多方面的應用。

早在1949年初，技術科學碩士 B. B. 涅夫斯基發表了一篇水力旋流器在選礦中應用的前途，但是我國科學研究所沒有從他的報導中做出應當作出的結論^①。

為執行部中第78號命令而在工業中展開的實驗工作，以及在煤炭工業、化學工業和外國企業中應用水力旋流器的數據證明，水力旋流器可以在很多情況下應用：

1) 可以進行礦漿的濕式細粒分級，其效果與外形尺寸大的機械螺旋分級機和耙式分級機的效果相同，有時比它們的效果還好。諾里爾斯克選礦廠、紅烏拉爾煉銅廠和巴列依選礦廠的經驗證明了這點；

2) 水力旋流器是各種產品脫泥用的高效率設備，脫泥的目的是為下一步選礦過程作準備。扎文卡、布庫卡和達利斯特羅依選礦廠的經驗證明了這點。

實際資料證明水力旋流器對下列作業是有效的器械：選礦產品的濃縮和脫水，泥狀產品的脫泥，降低浮選給礦的稀釋度，從浮選精礦中除去藥劑，從尾礦中分離出粗砂作為充填料和用作構築尾礦壩，作為重介質選礦設備。水力旋流器也可以在生產鋅、鋁、鎂等時用於濕法冶金過程。

在簡單而外形尺寸小的設備——水力旋流器中實現上述作業的可能，使在不增加生產面積的條件下強化浮選過程、重選過程以及濃縮和分級過程。

在浮選廠利用水力旋流器可以使各別產品達到更高的磨礦細度，同時還提高分級精度，還可以更廣泛地利用回水和實行浮選過程給礦的濃縮。

在重力選礦廠，利用水力旋流器可以強化淘汰盤選礦這種低生產率的過程，因為採用水力旋流器可從淘汰盤的給礦中除去有用礦物含量低的礦泥。

① Б. В. Невский. Применение гидроциклонов в обогащении // Горный Журнал. 1949. № 6.

如國立礦產化學原料科學研究所、中央錫礦科學研究所和金礦科學研究所的工作所證明的，在重介質選礦時可以利用水力旋流器，這樣大大擴展了這一過程的使用範圍，錫礦管理總局的工作人員提出在吉達進行這一問題的工業試驗的倡議，應當從各方面加以支持。

現在許多有色冶金企業中運用了水力旋流器，其中有：

1. 在諾里爾斯克選礦廠完成下列作業：

- a) 在原礦石磨碎循環中的分級；
- б) 在浮選尾礦再磨循環中的分級；
- в) 將階段浮選的尾礦分成礦砂和礦泥並將礦泥部分（其數量為原礦石的50%）送到尾礦場；
- г) 在再磨時對優先浮選中礦的分級；

在諾里爾斯克選礦廠由於採用水力旋流器因而有可能改用新的階段選礦流程，從而使該廠的生產率提高10%，金屬回收率提高3%。

2. 在哲茲卡茲干選礦廠作為許多產品的脫泥設備。

3. 在紅烏拉爾選礦廠，用作機械分級溢流的控制分級，和為了從浮選尾礦中分選出黃鐵礦精礦而用來提高其中的含硫量。

4. 在米爾卡利姆賽選礦廠，在磨礦循環中用於礦石分級和在該廠的尾礦場在築壩時用來從泥漿中分離出砂粒部分。

5. 在布庫卡選礦廠，用作礦泥淘汰盤選礦前的預先準備作業。在該廠水力旋流器用作第一次濃縮溢流的脫泥（從前溢流廢棄不用），並與淘汰盤配合使用可使回收率提高1~15%。

6. 在達利斯特羅依選礦廠，在濃縮作業中使用。

7. 在扎文卡選礦廠，在第一次濃縮循環中順利地使用水力旋流器組，使該廠在不增加生產面積下提高了總生產率。

8. 在興安錫礦聯合企業，用來澄清回水。

9. 在巴列依選礦廠第二段磨礦時用於產品分級。

雖然應用水力旋流器來實行一系列生產作業得到了肯定的效果，但是在工業上廣泛應用這種設備還由於下列原因而受到阻

碍:

- 1) 缺乏合理構造的有可換耐磨襯板的工業用水力旋流器，沒有進行具有必要工藝特點的水力旋流器和砂泵的成批生產；
- 2) 水力旋流器操作的流體動力學研究程度低和理論研究不夠；
- 3) 缺乏足夠數量簡述下列諸問題的技術書刊和規程：水力旋流器使用條件、設備流程、計算方法、操作原理及其使用和自動化條件。

應用水力旋流器的實踐證明：裝置水力旋流器的經驗不允許從一個企業機械地搬到另一個企業或從一個作業機械地搬到另一作業。在改變和選擇對過程的進行有影響的已知的構造上和制度上的參數時，總要弄清楚可能的操作條件。

在改善工業操作的技術經濟指標方面重要的技術措施，是從下列方面繼續和擴展水力旋流器的研究工作和實驗工作：

1) 在第一段磨礦循環，和得到細溢流的第二段磨礦循環中用水力旋流器作為分級設備；

2) 在下列工作中用水力旋流器作脫泥設備：將選礦廠的產品分成礦砂和礦泥，澄清回水，準備礦石以備浮選和重選，分選出礦泥和細泥來精選貧精礦。

3) 提高水力旋流器的耐磨程度，特別是改進可換零件的膠襯技術和利用石材襯板；

4) 在濕法冶金工廠分級、脫泥和脫水等過程中使用水力旋流器；

5) 研究各種構造水力旋流器操作上的流體動力學和規律；

6) 利用水力旋流器作為重介質選礦的執行設備，利用便宜的礦物產品作為加重劑；

7) 研究和設計新式離心分級和選礦的設備，特別是能獲得粒度 3 到 5~10 微米溢流的設備；

8) 設計具有為水力旋流器操作所必要的工藝特點的砂泵和創造必要的水力旋流器操作自動化流程。

必須在某一部屬機器製造廠中組織成批生產附有自動儀器和可換零件的生產用水力旋流器。

在部中應當把運用新技術的工作，科學研究及設計工作以及水力旋流器在企業中的工業運用工作列入計劃。

爲了更廣泛地推廣所積累的經驗和促進水力旋流器迅速在工業中應用，必須立刻出版下列出版物：

- 1) 對於主要生產過程安裝水力旋流器的標準設計圖冊；
- 2) 說明水力旋流器操作原理、工藝計算方法、水力旋流器的安裝、調節和使用條件的規程；
- 3) 說明外國在礦石處理工業中使用水力旋流器的經驗的小冊子；

但是也必須組織出版水力旋流器在工業中應用的理論與實踐方面的專門論著。

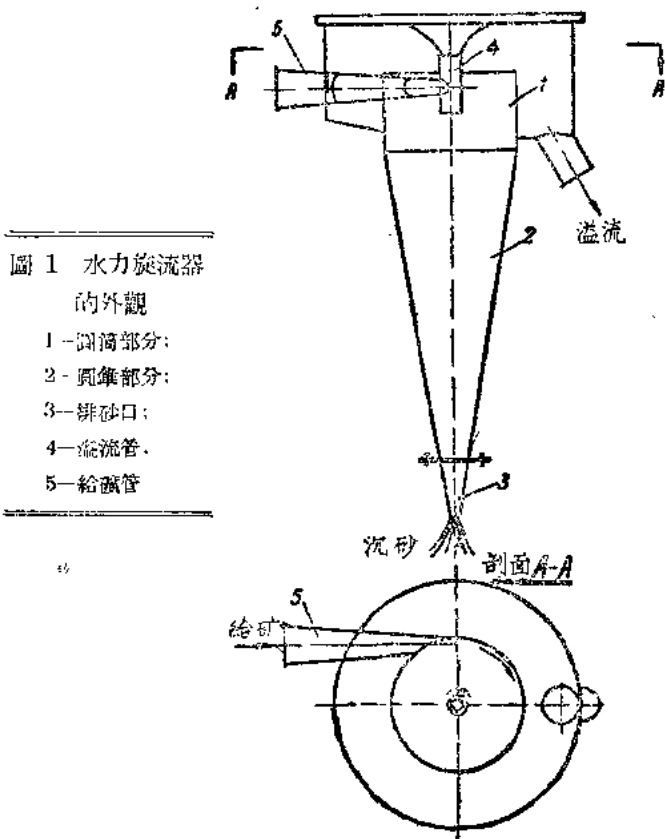
最好能够吸收有色冶金科學技術協會參加水力旋流器的研究和在工業中運用方面的工作，並組織社會上更廣泛地對領導工作的監督。

水力旋流器在選別有用礦物中的應用

蘇聯國立有用礦物機械處理科學研究設計院

A. II. 波瓦羅夫

水力旋流器用來在水中按照粒度和部分按比重的不同分離微粒物料，以及用來在重介質中選別小粒物料。在水力旋流器中主要



的作用力就是離心力。

水力旋流器（圖1）是上端封閉帶有圓筒部分的圓錐形容器。原礦漿在壓力之下，沿着切綫方向裝置的給礦管進入水力旋流器中。分離的產品是按照這樣方法排出的：沉砂經過下面的排砂口排出；而溢流是經過上面的溢流管排出，這個溢流管位於旋流器頂蓋的中心。

某些理論原理

由於礦漿是沿着切綫方向給入，而產品是在中部排出的，進入旋流器中的礦漿以很大的速度旋轉，因此固體粒子受有超過重力幾十倍到幾百倍的離心力作用。距水力旋流器中心綫的距離等於溢流管半徑處礦漿流每分鐘的轉數達到7000—10000轉以上（水力旋流器愈小，液體轉數愈大）。

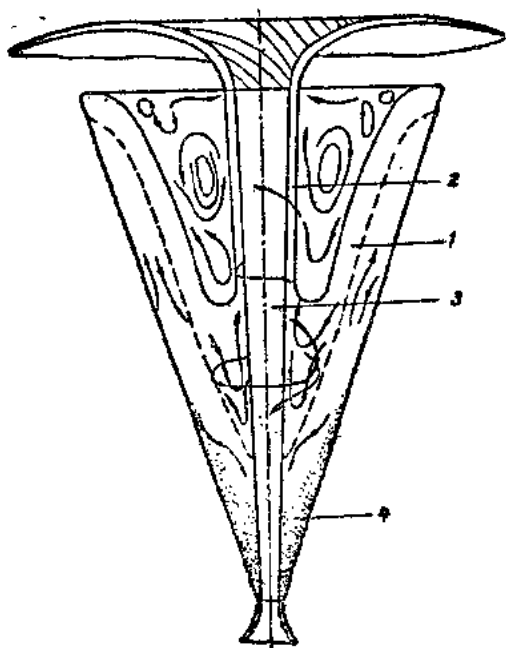


圖 2 在水力旋流器的縱剖面圖上主要礦漿流的示意圖

1—外流； 2—內流。
3—空氣柱； 4—積聚在器壁處的粗粒物料層

在旋流器中有兩個旋轉礦漿流（圖2）：朝向圓錐頂向下流動的外流；向上而溢流口流動的內流。

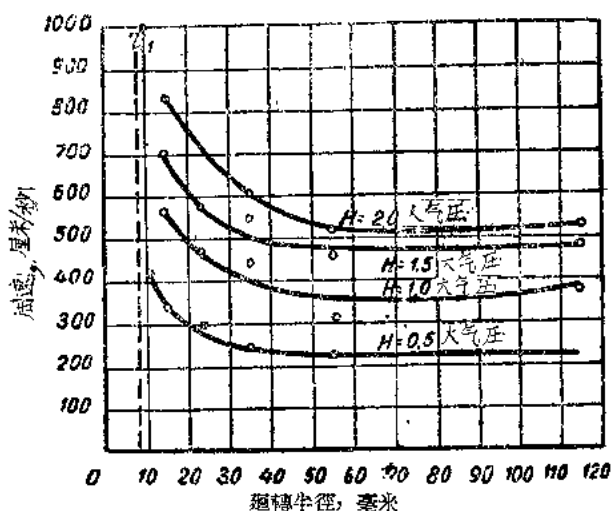


圖3 直徑350毫米的水力旋流器中水流周速隨迴轉半徑而變化的曲綫
(r_1 —溢流口的半徑)

礦漿在旋流器中迴轉周速的變化（圖3）可由下式求出：

$$Urn = \text{常數}$$

式中： r ——半徑；

n ——小於1的指數

指數 n 應當與粘度，即與旋流器中礦漿濃度有關，對水來說據我們測定 n 等於0.5。

半徑越小，周速就越大，因此離心力也就越大，離心力甚至增大到使旋流器中心綫近旁的液體自由面（成為旋轉拋物面壁）幾乎變成垂直的、並沿旋流器的中心綫形成一個貫通的空氣柱。根據測量所指出的這個空氣柱的直徑與給礦壓力，沉砂口的直徑以及給礦口的尺寸無關，但它的直徑與溢流管直徑的平方成正比（即溢流管的截面積）。