

دانشگاه بیرجند

دانشکده مهندسی - گروه مهندسی معدن

تصاویر و جداول درس کانه آرایی

دکتر محمد مسینایی

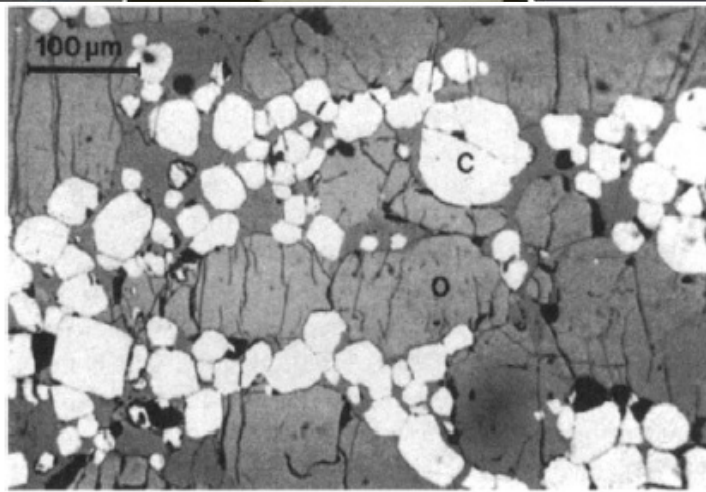
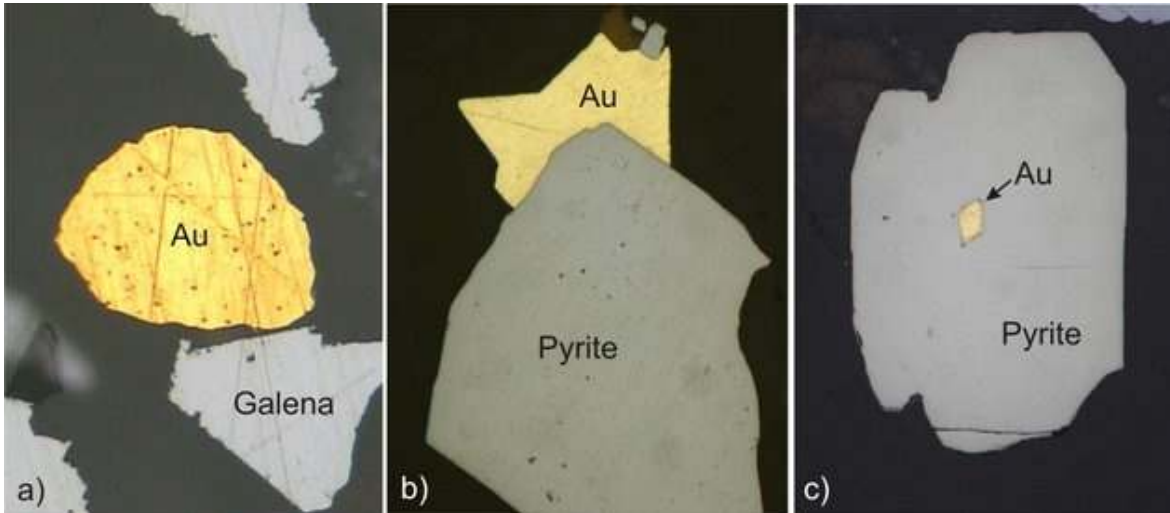


Figure 1.2a Chromite ore. Relatively coarse grain size, and compact morphology of chromite (C) grains makes liberation from olivine (O) gangue fairly straightforward

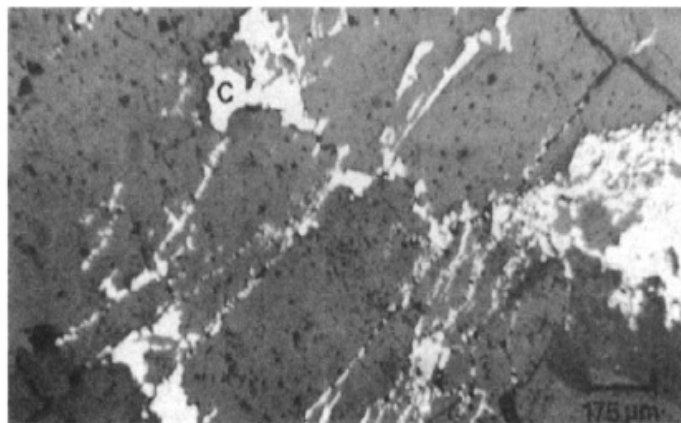
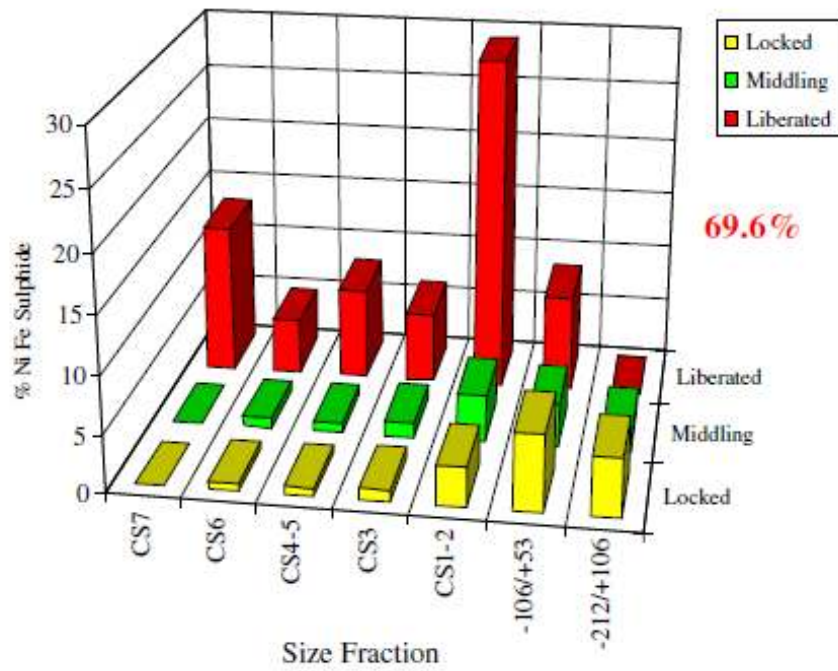
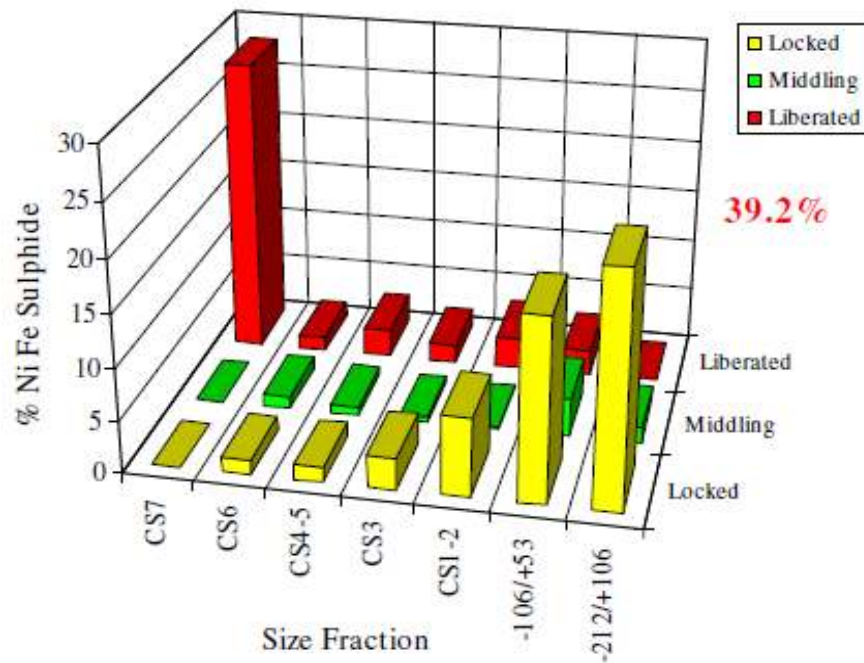


Figure 1.2b North American porphyry copper ore. Chalcopyrite (C) precipitated along fractures in quartz. Liberation of chalcopyrite is fairly difficult due to “chain-like” distribution. Fracture is, however, likely to occur preferentially along the sealed fractures, producing particles with a surface coating of chalcopyrite, which can be effectively recovered into a low-grade concentrate by froth flotation

Ni Fe Sulphide Liberation in Rougher Feed - 2008



Ni Fe Sulphide Liberation in Rougher Tailings - 2008



درجه آزادی کانیها در فراکسیونهای مختلف خوراک و باطله مدار فلوتاسیون یک کارخانه فرآوری نیکل
(QEMSCAN-MLA)

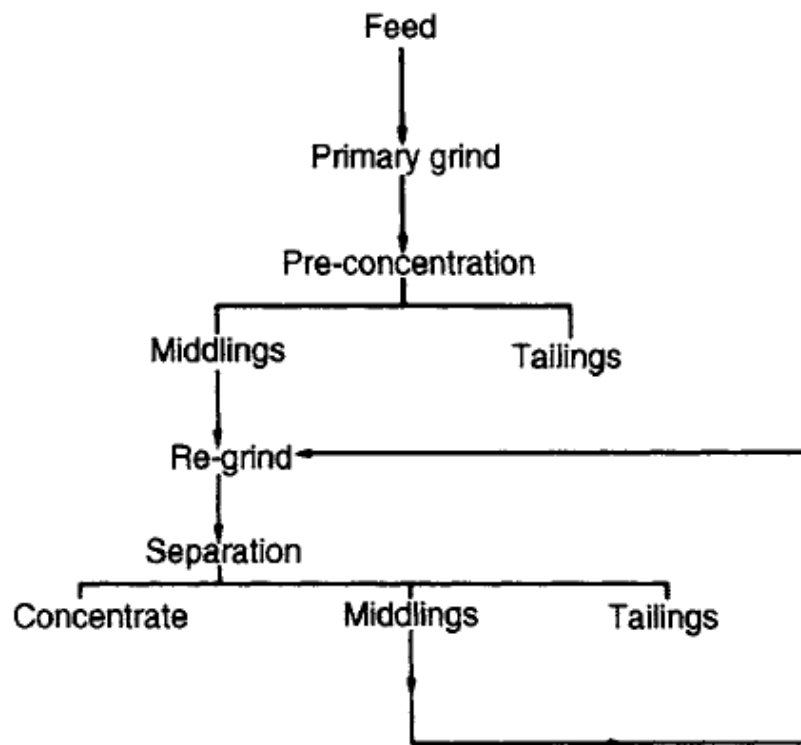
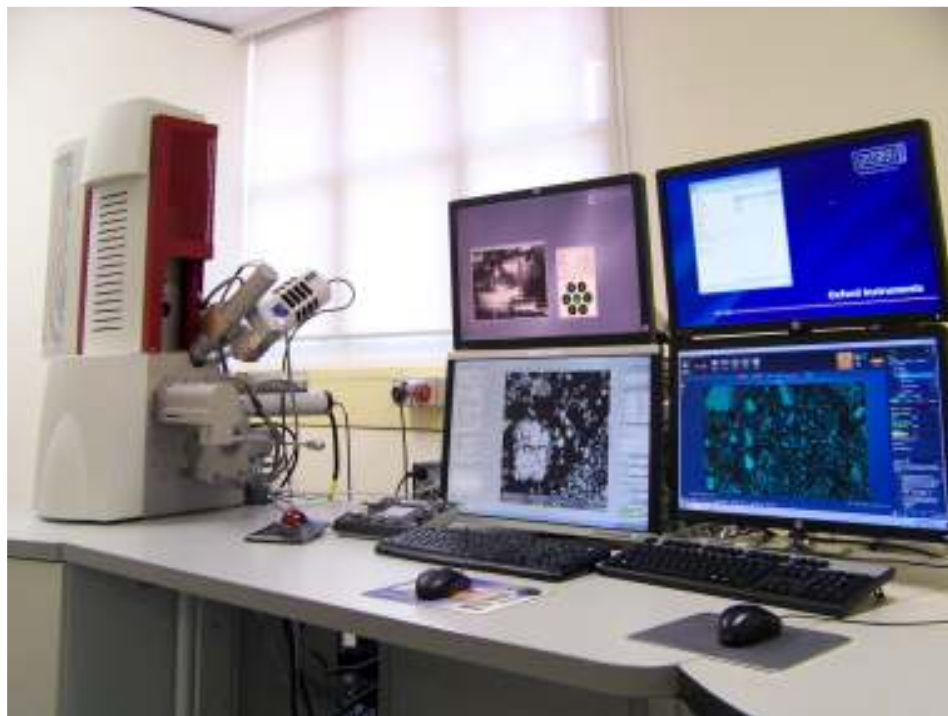
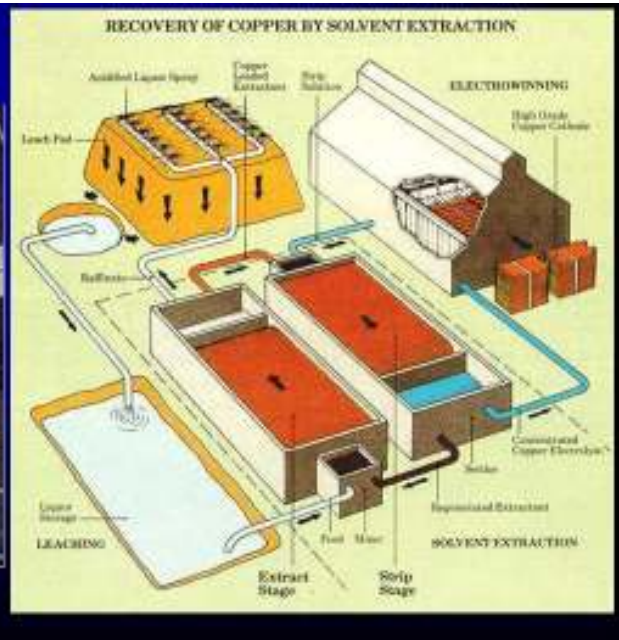
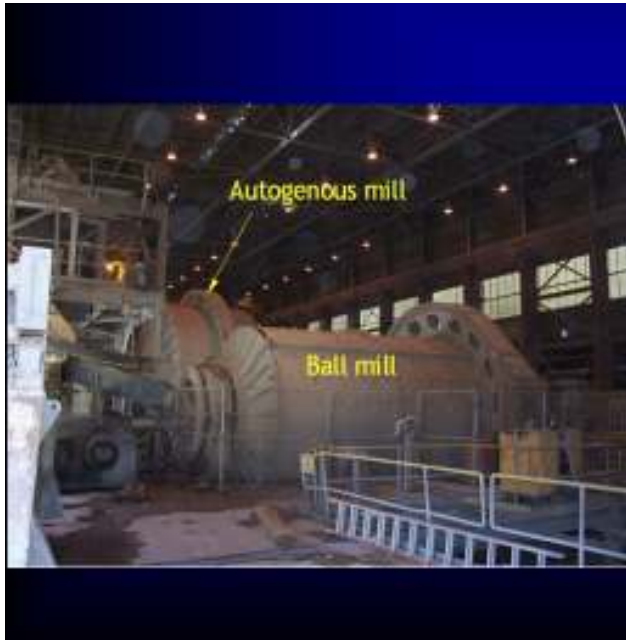


Figure 1.7 Flowsheet for process utilising two-stage separation

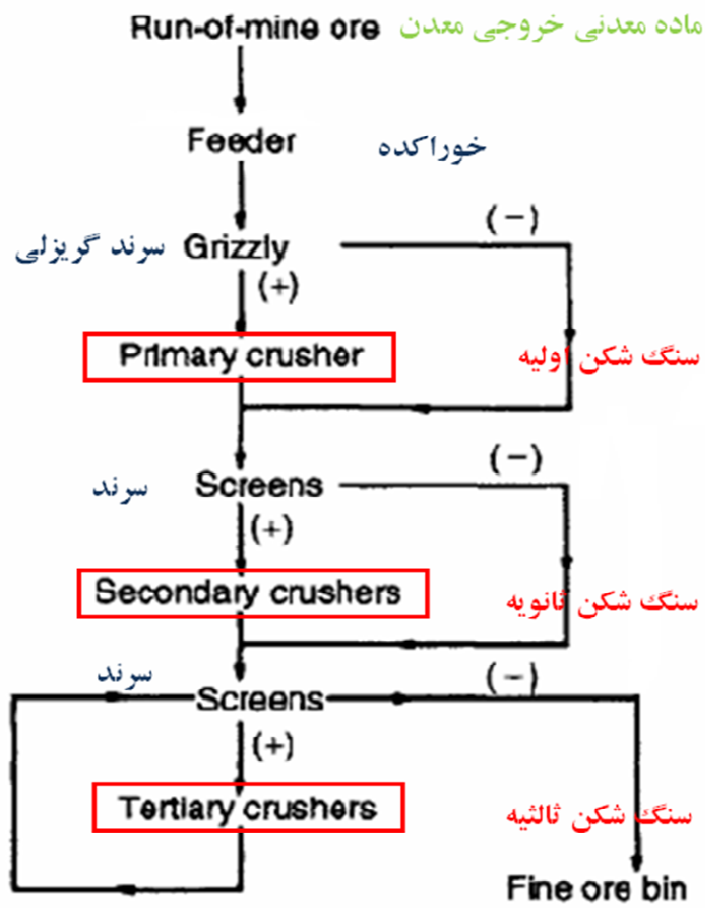
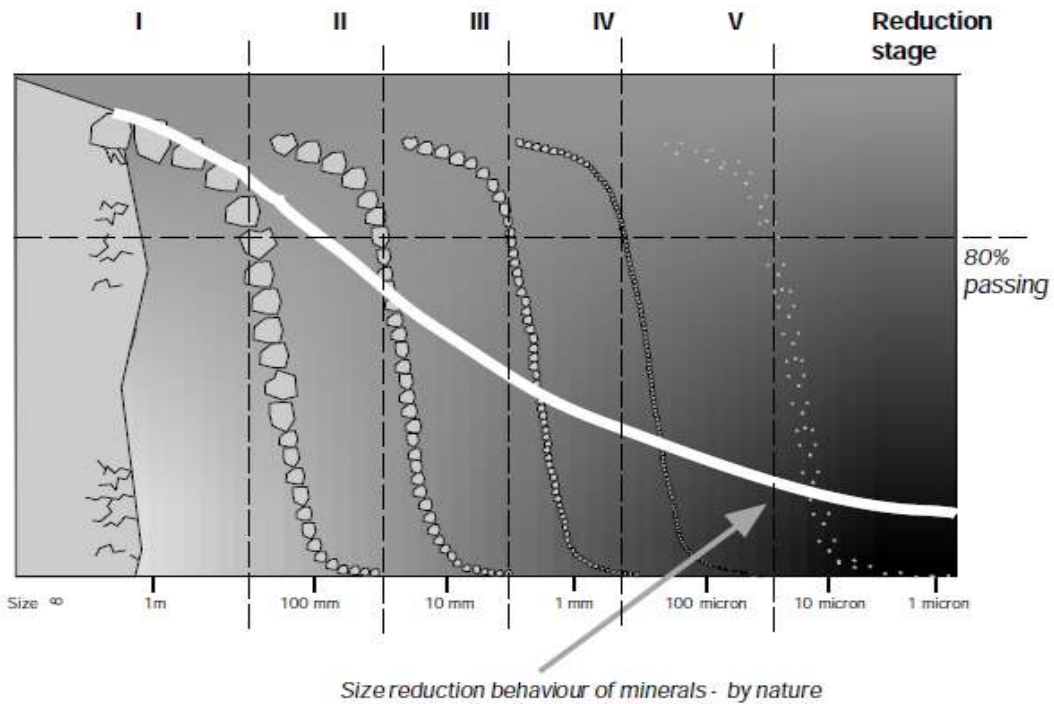
فلوشیت شامل خردایش محصول میانی و دو مرحله پرعیارسازی



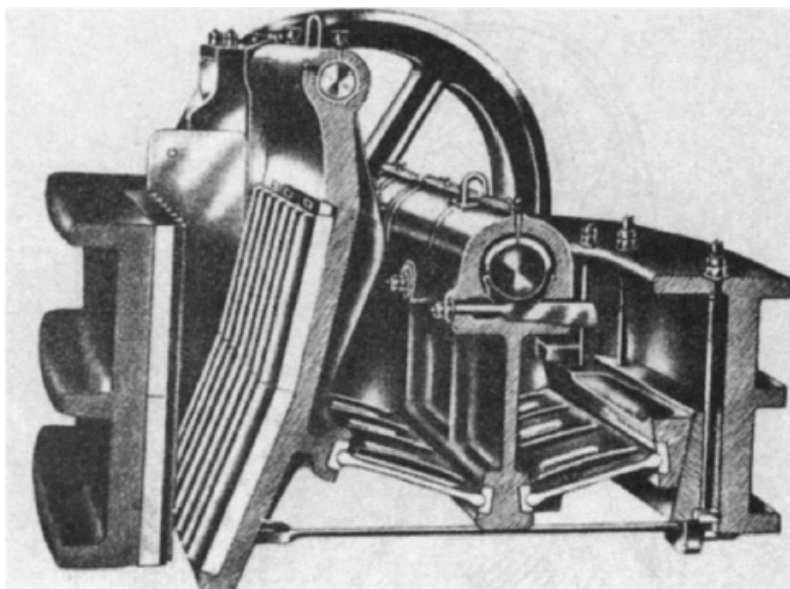
تعیین درجه آزادی کانی‌ها با میکروسکوپ الکترونی (SEM)



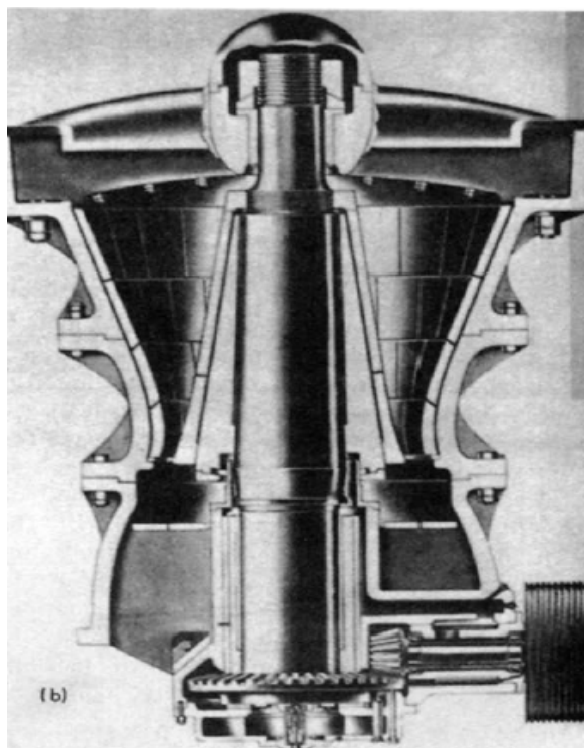
استحصال فلزات به روش فروشویی (انحلال) اسیدی



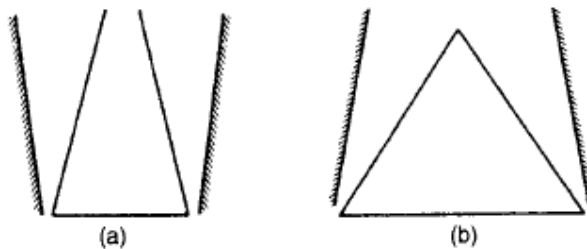
فلوشیت کلی یک مدار سنگ شکنی ۳ مرحله ای



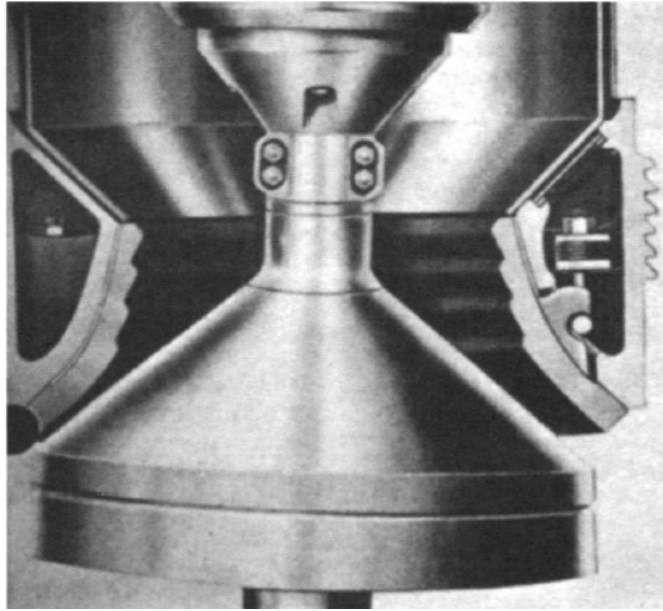
تصویری از یک سنگ شکن فکی



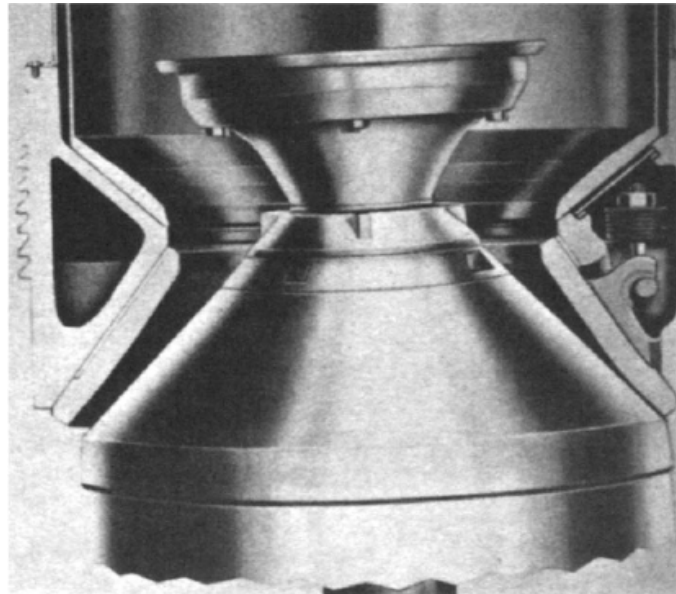
تصویری از یک سنگ شکن ژیراتوری



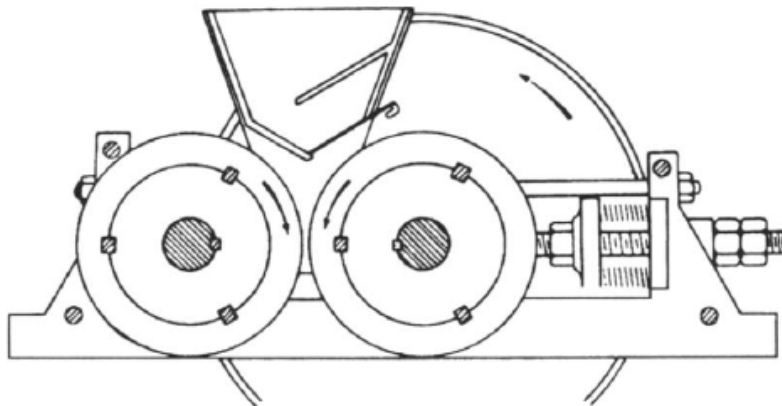
سنگ شکن ژیراتوری (a) و مخروطی (b)



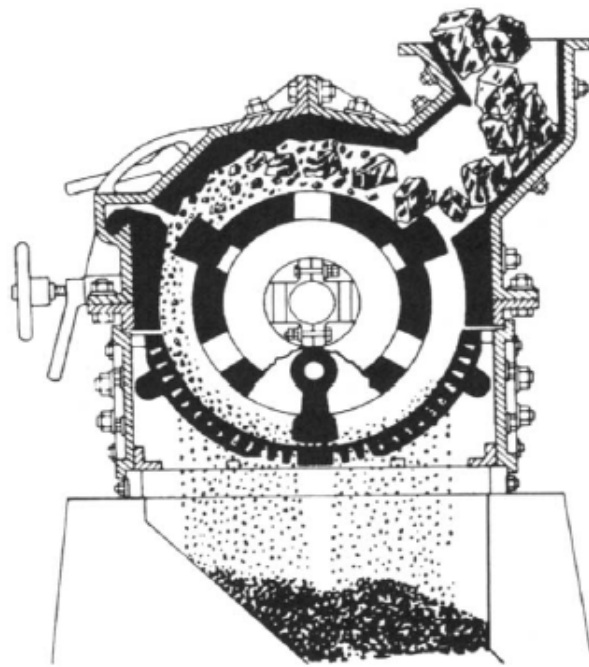
تصویری از یک سنگ شکن مخروطی استاندارد



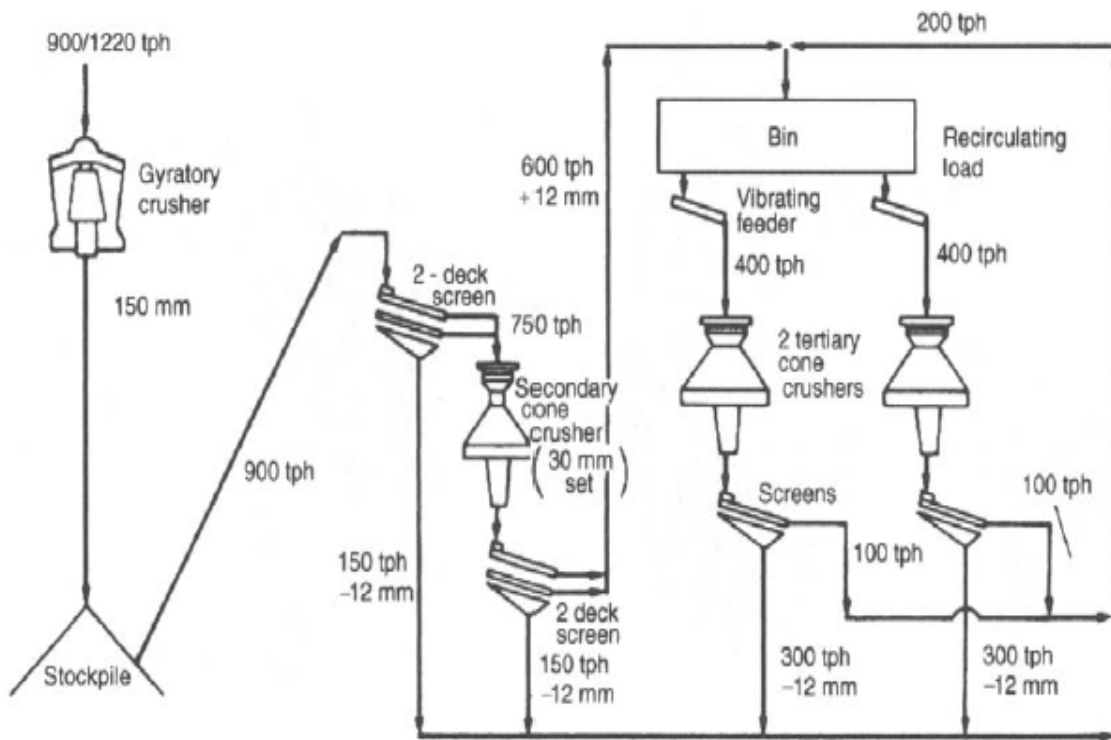
تصویری از یک سنگ شکن مخروطی سرکوتاه



شماتیکی از یک سنگ شکن غلتکی



شماتیکی از یک سنگ شکن ضربه ای یا چکشی



مداری شامل ۳ مرحله سنگ شکنی بمنظور فراهم نمودن خوراک آسیای گلوله ای

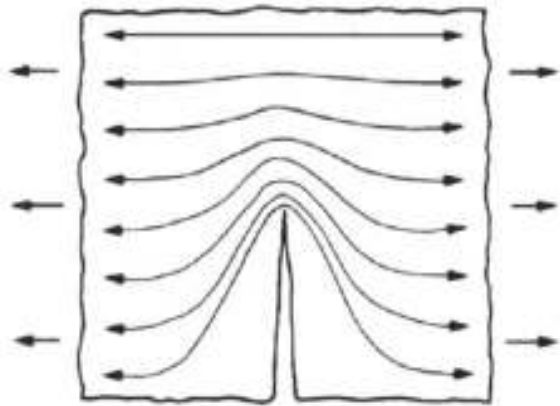


Figure 5.2 Stress concentration at a crack tip

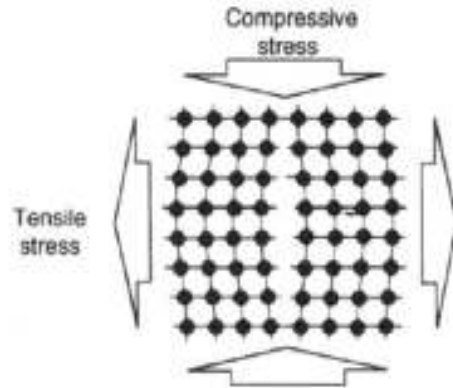


Figure 5.1 Strain of a crystal lattice resulting from tensile or compressive stresses

درزه‌ها و شکاف‌ها محل تمرکز تنش

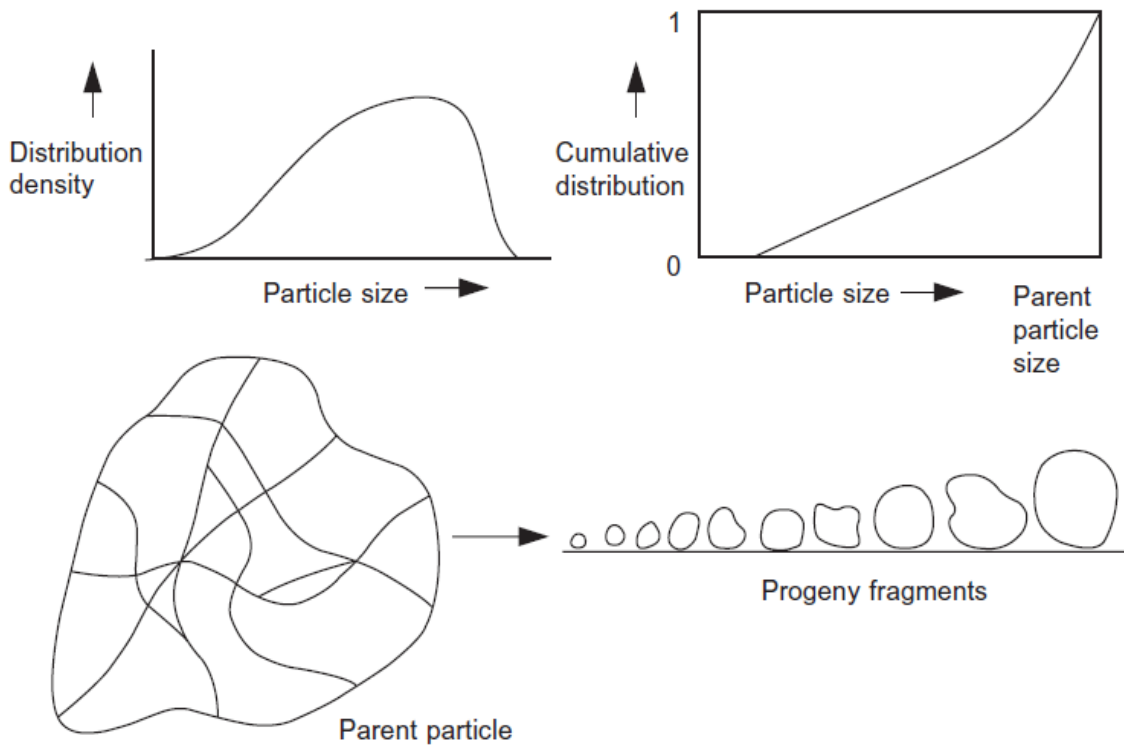


Figure 5.2 The shattering process produces a broad spectrum of particle sizes

خردایش ذرات با مکانیزم ضربه (انرژی خردایش مطلوب)

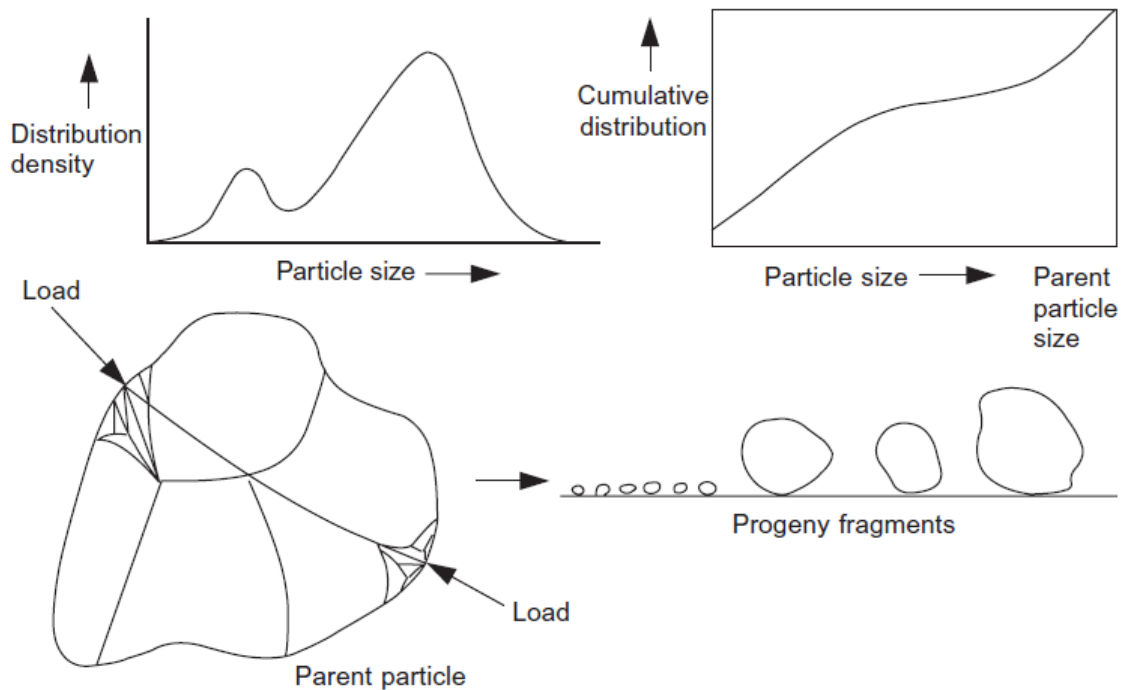


Figure 5.3 Fracture by cleavage without successive fracture of progeny
 خردایش ذرات با مکانیزم کلیواژ (انرژی خردایش کم)

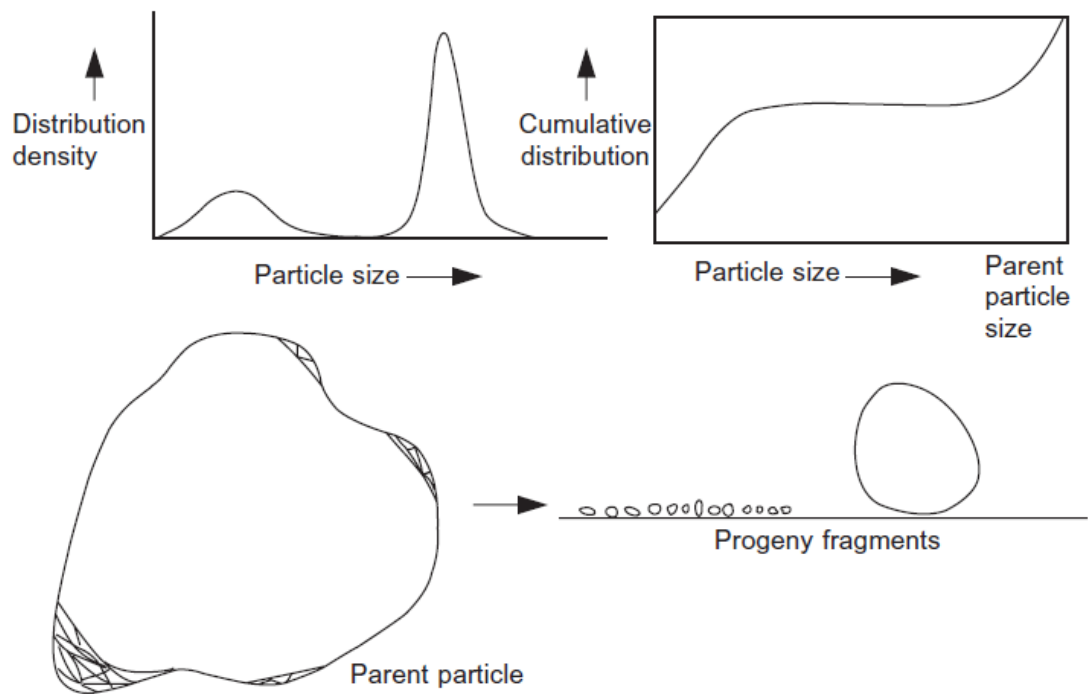


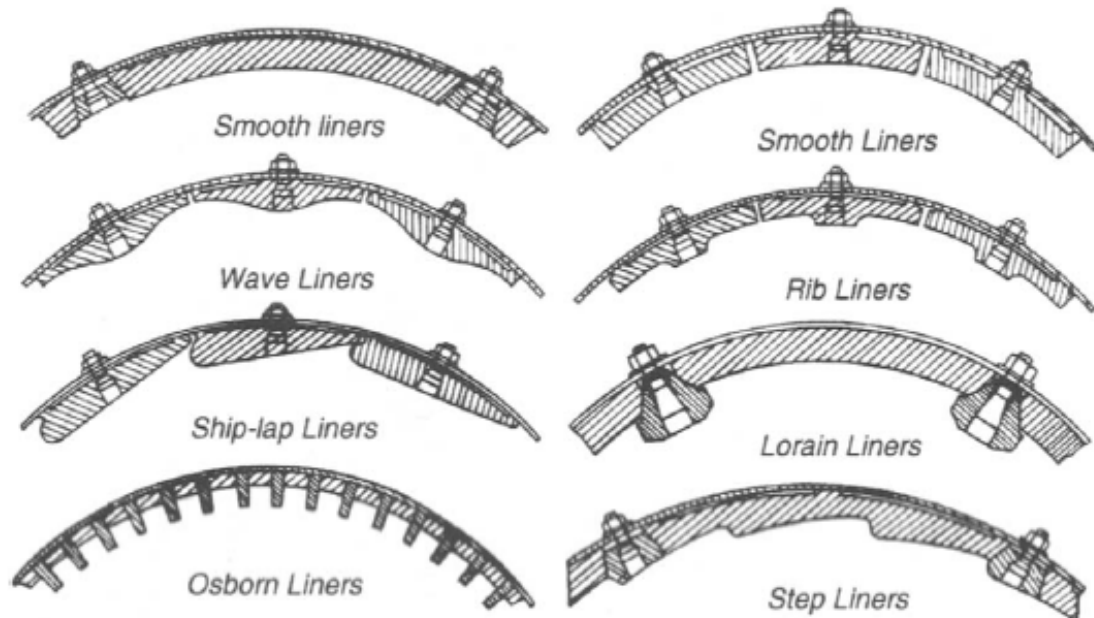
Figure 5.4 Attrition and chipping produce products with a narrow size spectrum at the parent size and another hump at small sizes

خردایش ذرات با مکانیزم سایش (انرژی خردایش کم)

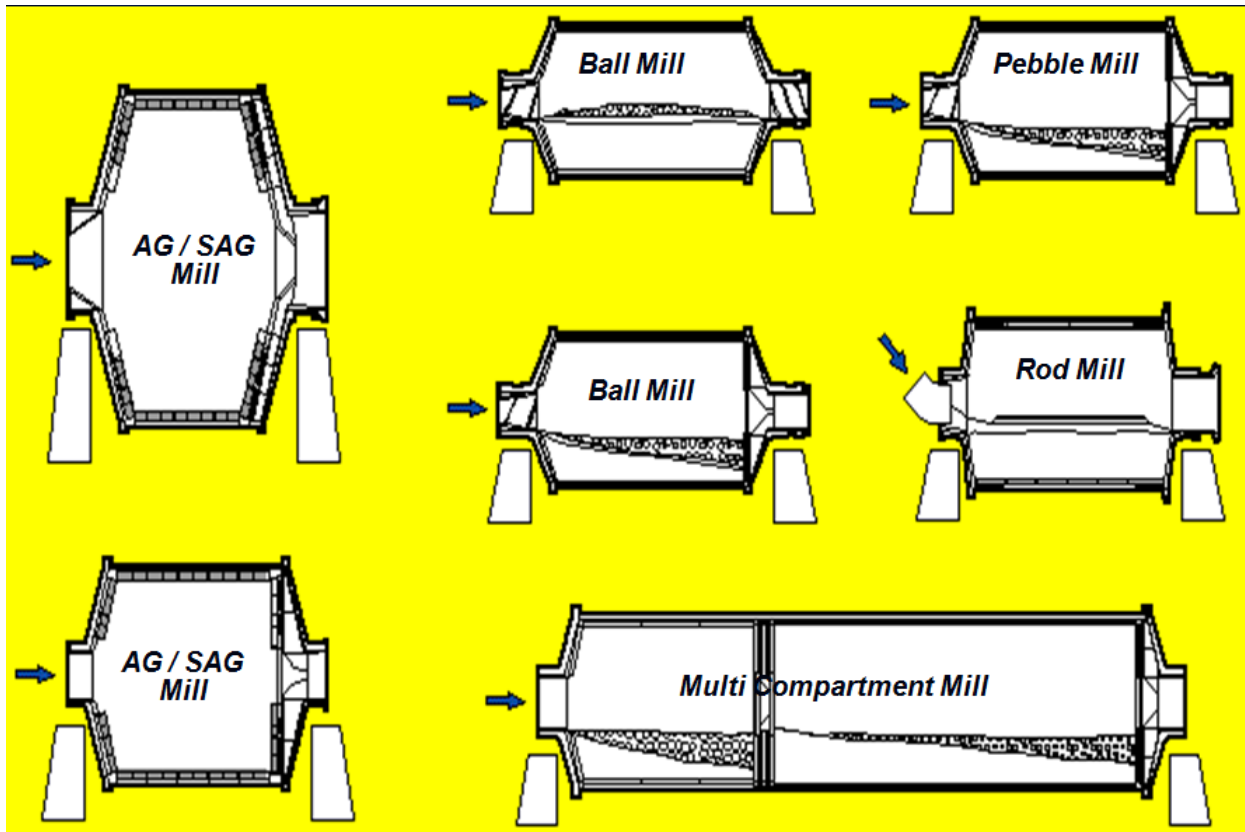
هزینه های یک کارخانه فرآوری مس به ظرفیت ۱۰۰۰۰۰ تن بر روز

Table 1.3 Costs per metric tonne milled for a 100,000 t/d copper concentrator

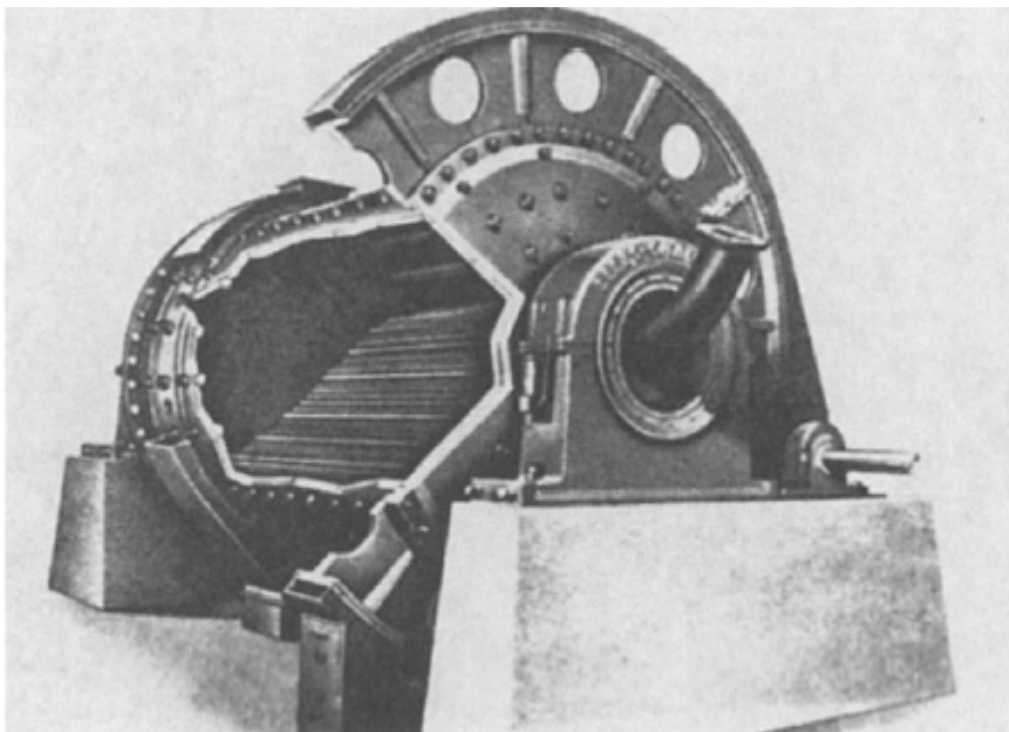
<i>Item</i>	<i>Cost – US\$</i>	<i>Percent cost per tonne</i>
Crushing	0.088	2.8
Grinding	1.482	47.0
Flotation	0.510	16.2
Thickening	0.111	3.5
Filtration	0.089	2.8
Tailings	0.161	5.1
Reagents	0.016	0.5
Pipeline	0.045	1.4
Water	0.252	8.0
Laboratory	0.048	1.5
Maintenance support	0.026	0.8
Management support	0.052	1.6
Administration	0.020	0.6
Other expenses	0.254	8.1
Total	3.154	100



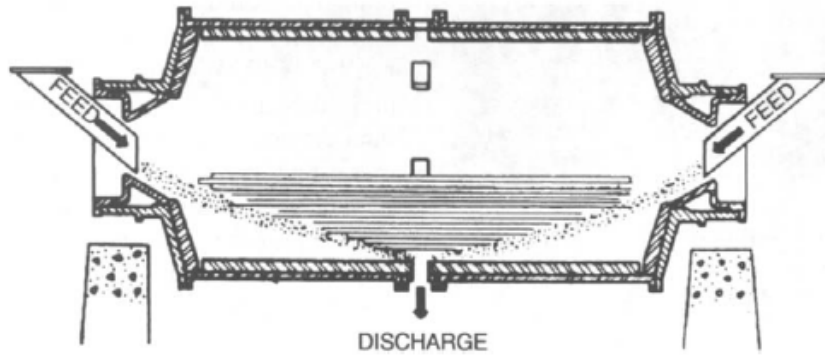
انواع مختلف لاینرهای آسیاهای گردان



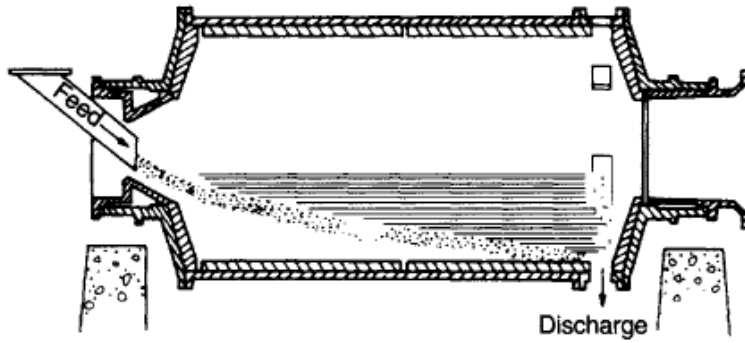
انواع آسیاهای چرخان



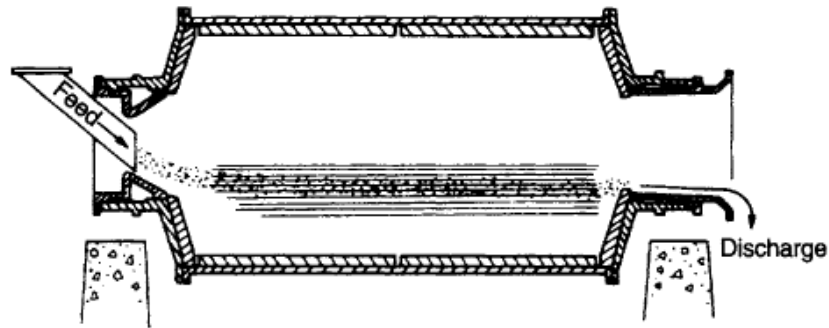
تصویری از یک آسیای میله ای



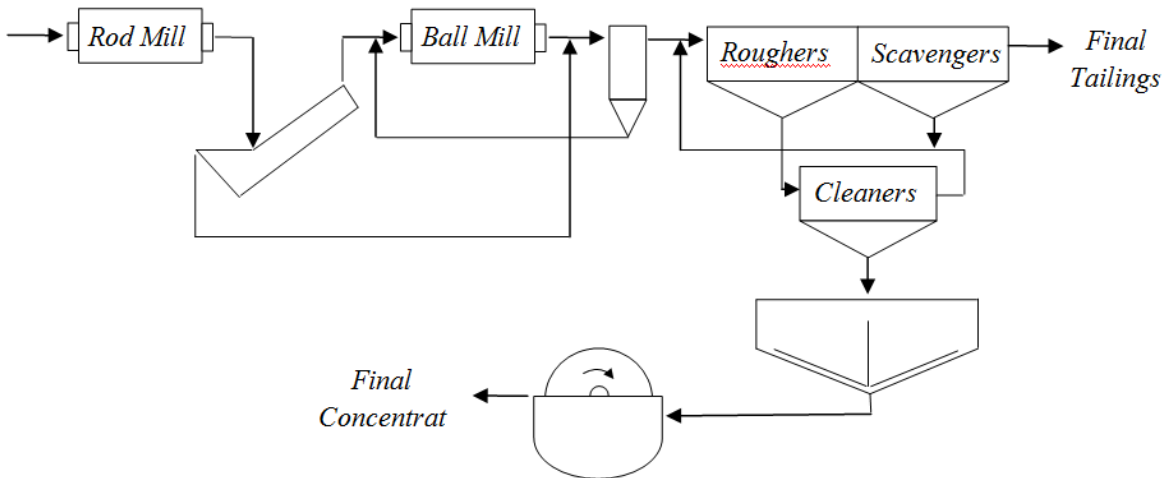
آسیای میله ای با تخلیه محیطی از مرکز



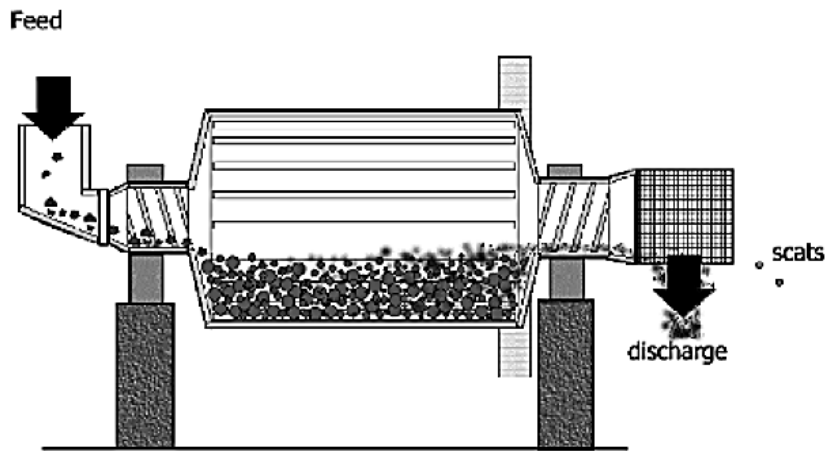
آسیای میله ای با تخلیه محیطی از انتها



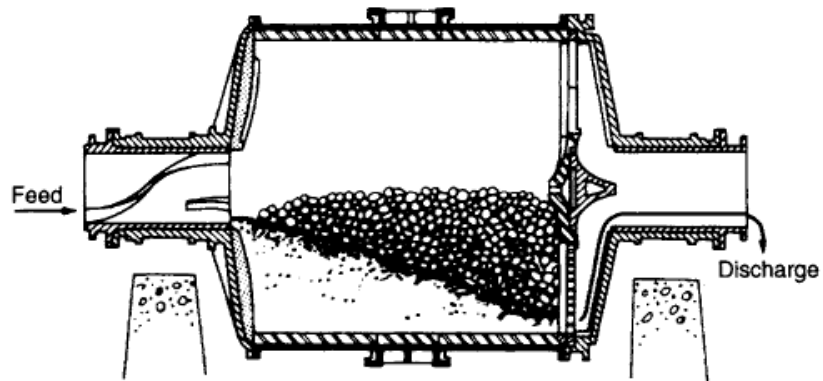
آسیای میله ای با تخلیه سرریز



فلوشیت کارخانه فرآوری مس قلعه زری



آسیای گلوله ای با تخلیه سرریز



آسیای گلوله ای با تخلیه شبکه ای



تصویری از آسیاهای گلوله‌ای مدار بسته با هیدروسیکلون



تصویری از شبکه سرنندی خروجی آسیای گلوله‌ای



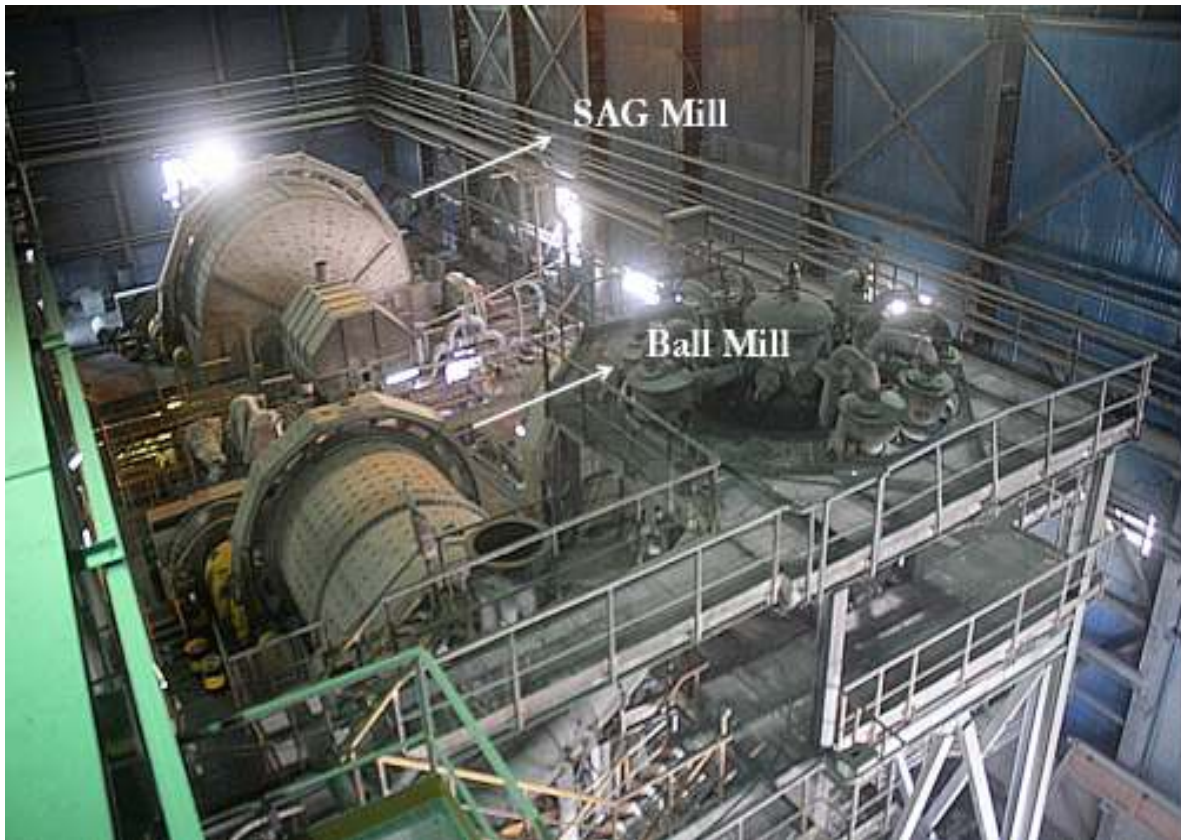
تصویری از انبار گلوله در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی



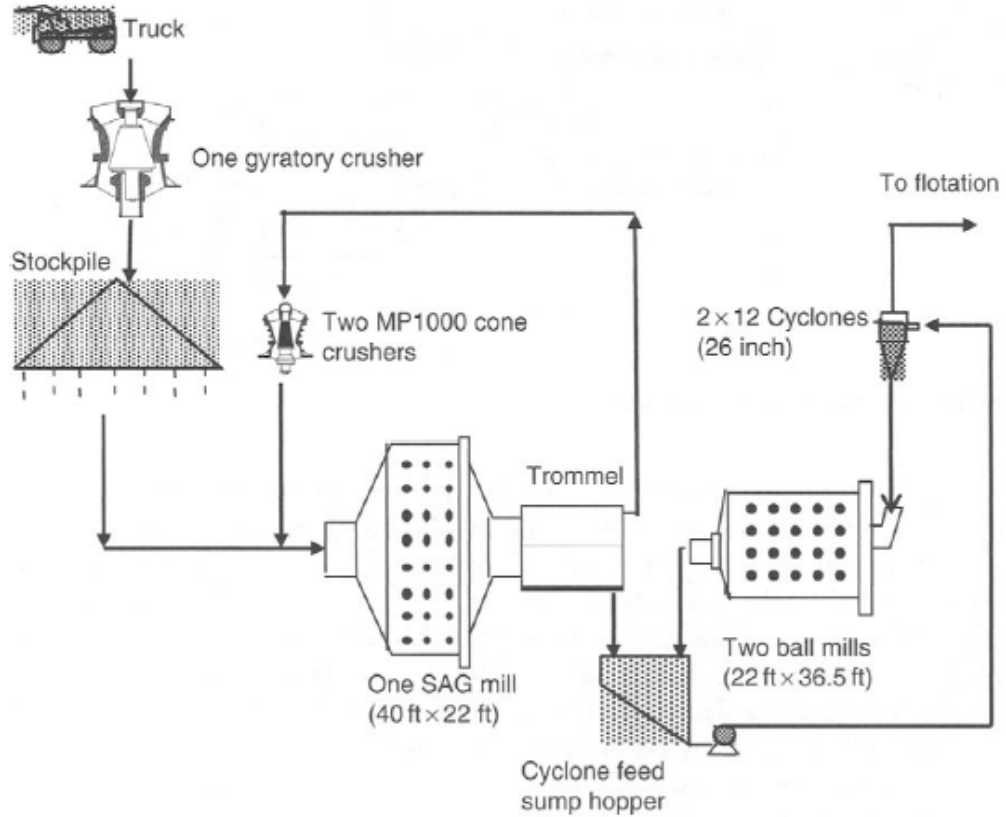
تصویری از مخزن شارژ گلوله در کارخانه‌های فرآوری مواد معدنی



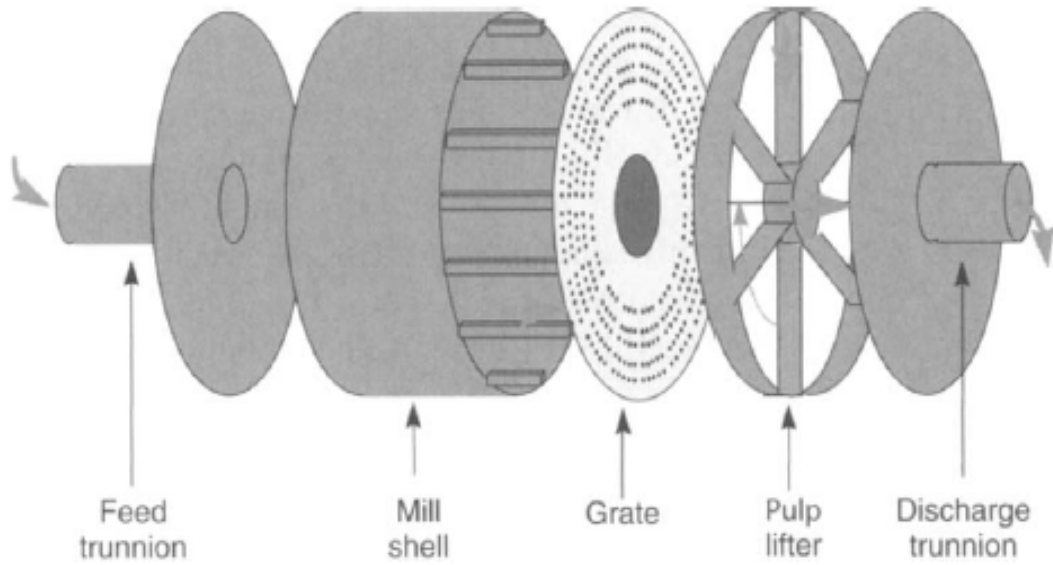
تصویری از یک آسیای نیمه خودشکن



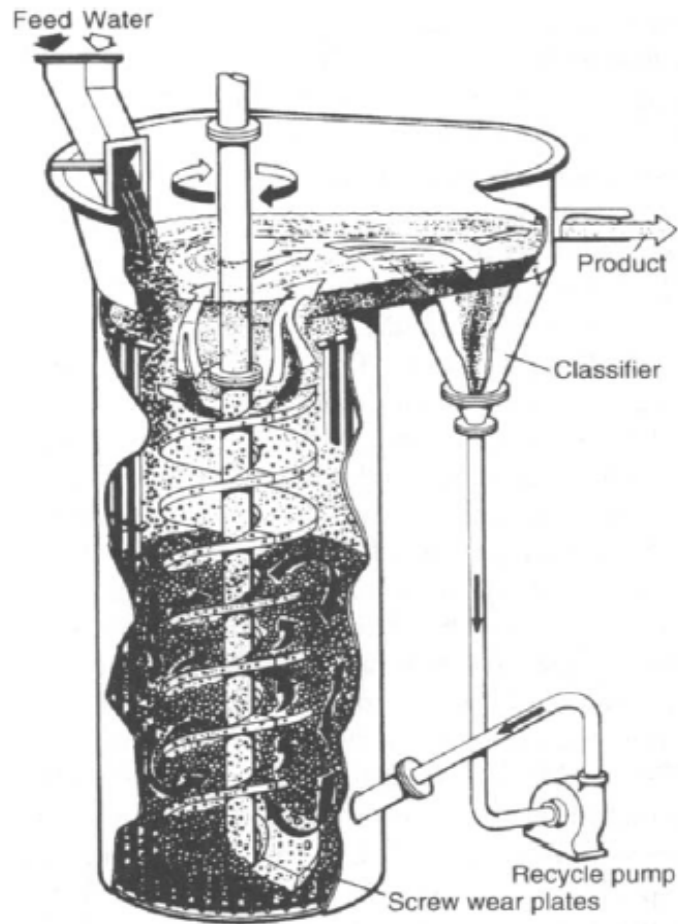
تصویری از مدار خردایش مرسوم شامل آسیای نیمه خودشکن، آسیای گلوله ای و هیدروسیکلون (SABC)



فلوشیت آسیای نیمه خودشکن، آسیای گلوله ای و هیدروسیکلون (SABC)



بخشهای مختلف یک آسیای نیمه خودشکن



شماتیکی از یک آسیای برجی

روشهای مختلف تعیین توزیع ابعادی ذرات

Table 4.1 Some methods of particle size analysis

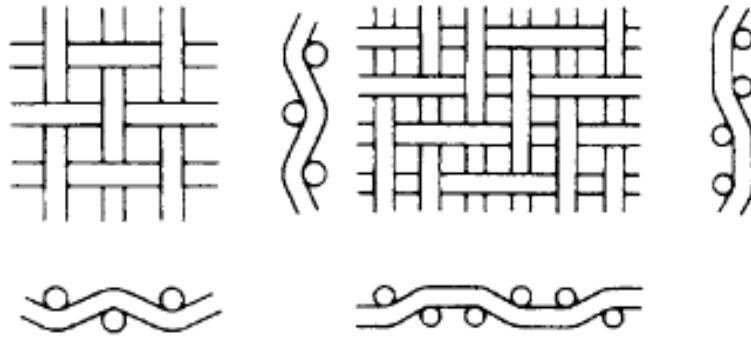
<i>Method</i>	<i>Wet or dry</i>	<i>Fractionated sample?</i>	<i>Approx. useful size range (microns)*</i>
Test sieving	Both	Yes	5–100,000
Laser diffraction	Both	No	0.1–2,000
Optical microscopy	Dry	No	0.2–50
Electron microscopy	Dry	No	0.005–100
Elutriation (cyclosizer)	Wet	Yes	5–45
Sedimentation (gravity)	Wet	Yes	1–40
Sedimentation (centrifuge)	Wet	Yes	0.05–5

* A micron (μm) is 10^{-6} m

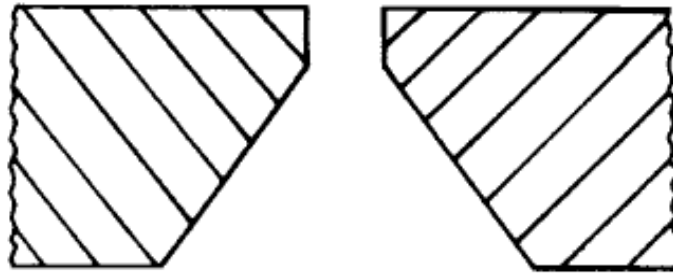
مقادیر مختلف مش - میکرون در سری انگلیسی BSS

Table 4.2 BSS 1796 wire-mesh sieves

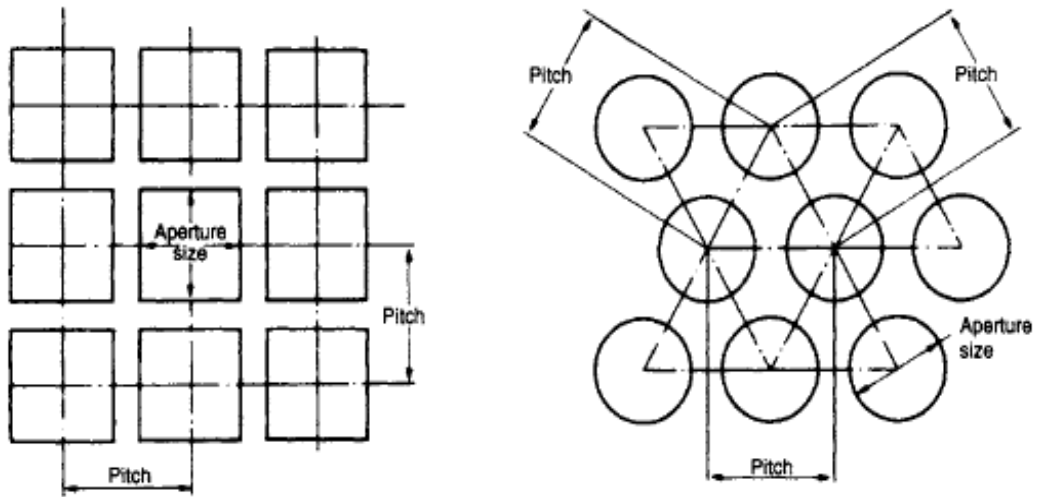
<i>Mesh number</i>	<i>Nominal aperture size (μm)</i>	<i>Mesh number</i>	<i>Nominal aperture size (μm)</i>
3	5600	36	425
3.5	4750	44	355
4	4000	52	300
5	3350	60	250
6	2800	72	212
7	2360	85	180
8	2000	100	150
10	1700	120	125
12	1400	150	106
14	1180	170	90
16	1000	200	75
18	850	240	63
22	710	300	53
25	600	350	45
30	500	400	38



شماتیکی از شبکه سرندهای بافته شده



شماتیکی از مقطع عرضی چشمه سرند



شماتیکی از شبکه سرندهای مشبک

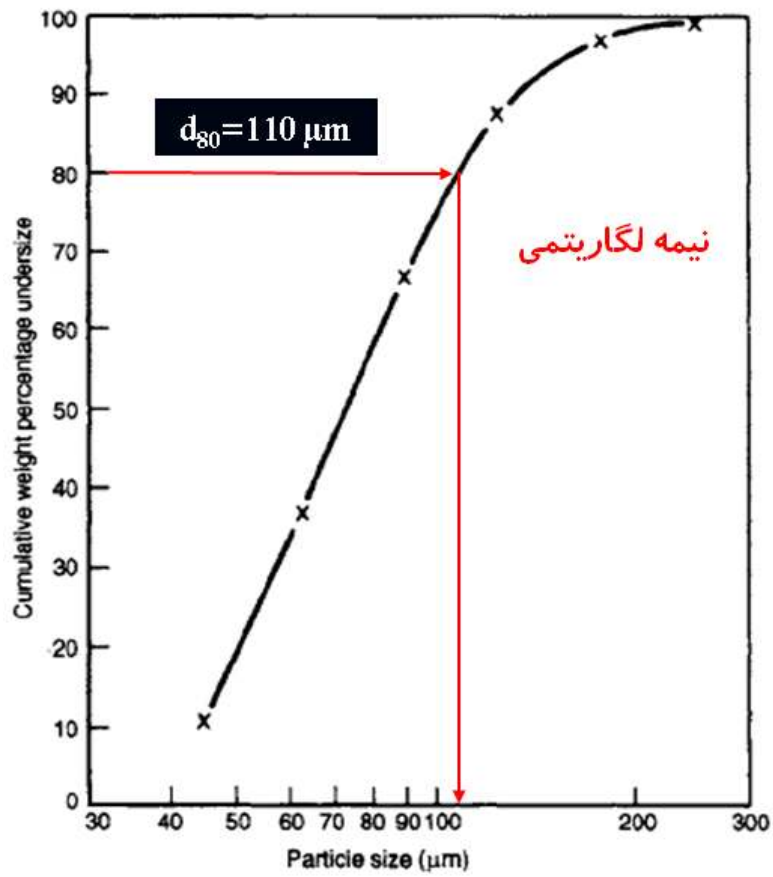


تصویری از سرندهای آزمایشگاهی قرار گرفته روی شیکر

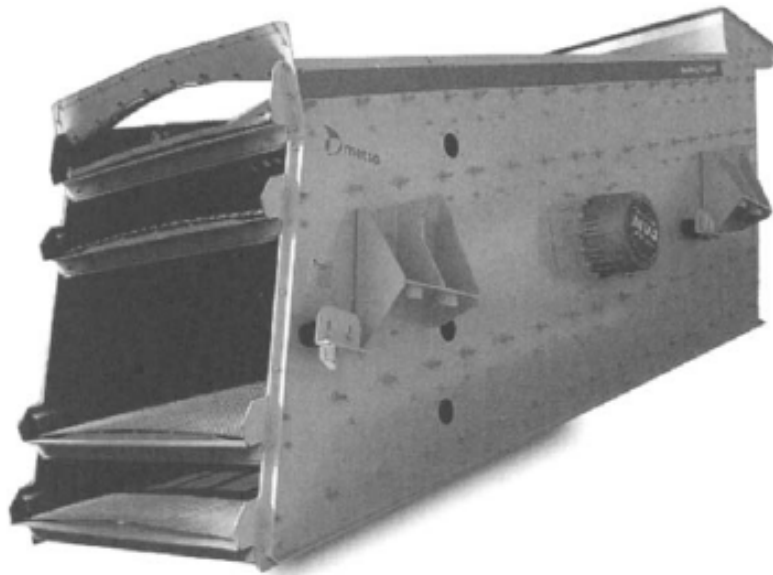
نمایش جدولی نتایج توزیع دانه بندی ذرات

Table 4.3 Results of typical sieve test

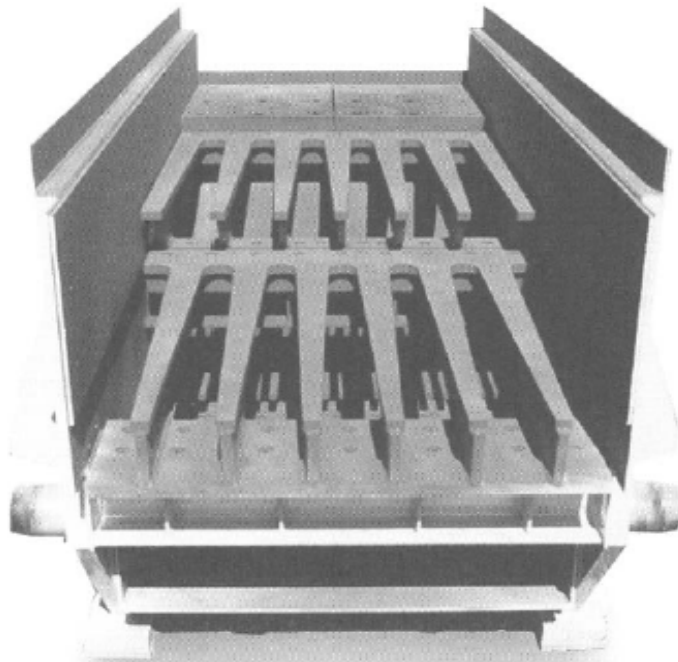
(1) Sieve size range (μm) رنج روزنه سرنده	(2) <i>بخش روی</i> Sieve fractions wt (g) سرنده	(3) wt %	(4) <i>روزنه سرنده</i> Nominal aperture size (μm)	(5) <i>درصد تجمعی</i> Cumulative % undersize زیر سرنده	(6) <i>درصد تجمعی</i> oversize روی سرنده
+250	0.02	0.1	250	99.9	0.1
-250 to +180	1.32	2.9	180	97.0	3.0
-180 to +125	4.23	9.5	125	87.5	12.5
-125 to +90	9.44	21.2	90	66.3	33.7
-90 to +63	13.10	29.4	63	36.9	63.1
-63 to +45	11.56	26.0	45	10.9	89.1
-45	4.87	10.9			



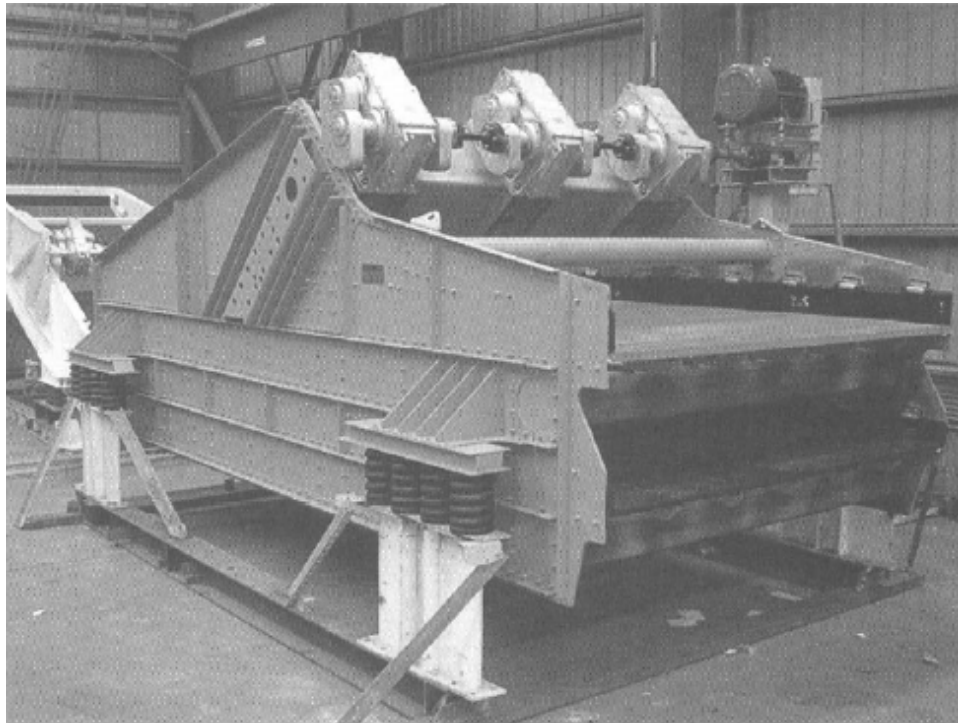
نمایش نموداری نتایج توزیع دانه بندی ذرات



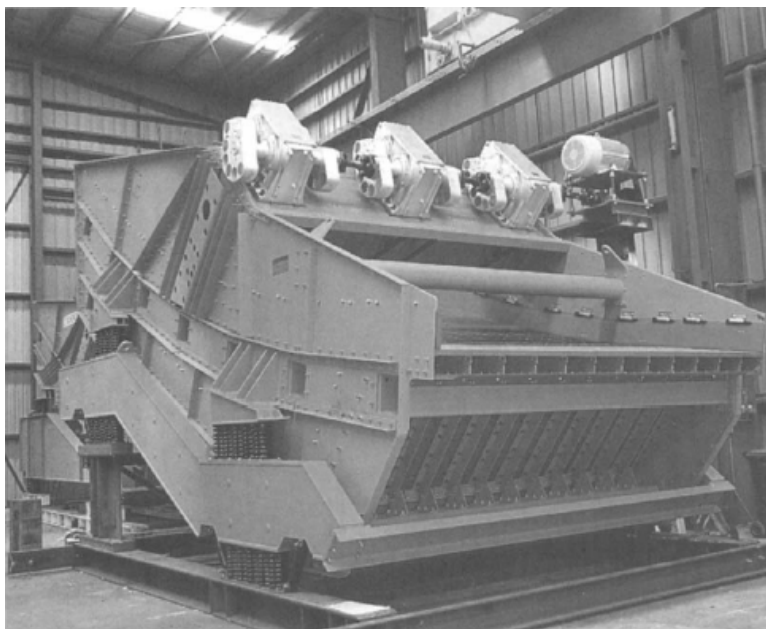
تصویری از یک سرند ارتعاشی ۴ طبقه شیبدار (Inclined 4-deck Vibrating Screen)



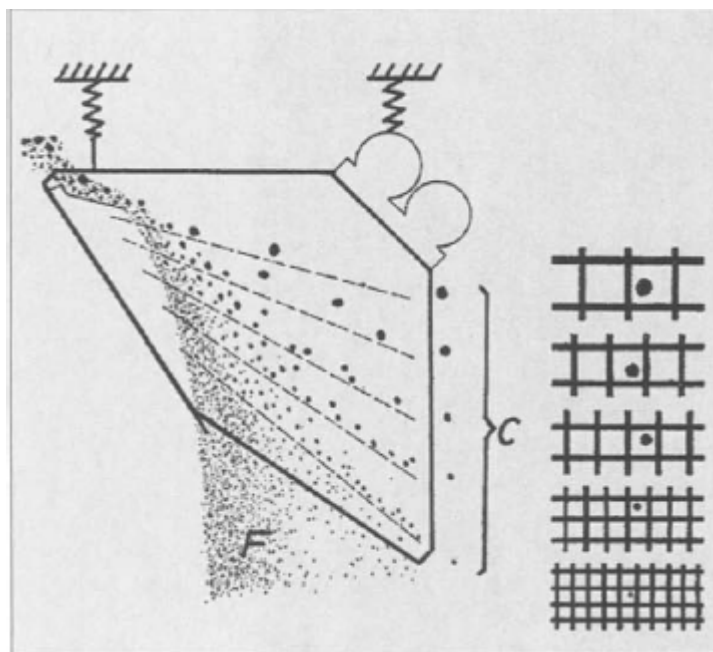
تصویری از یک سرند گریزلی ارتعاشی (*Vibrating Grizzly Screen*)



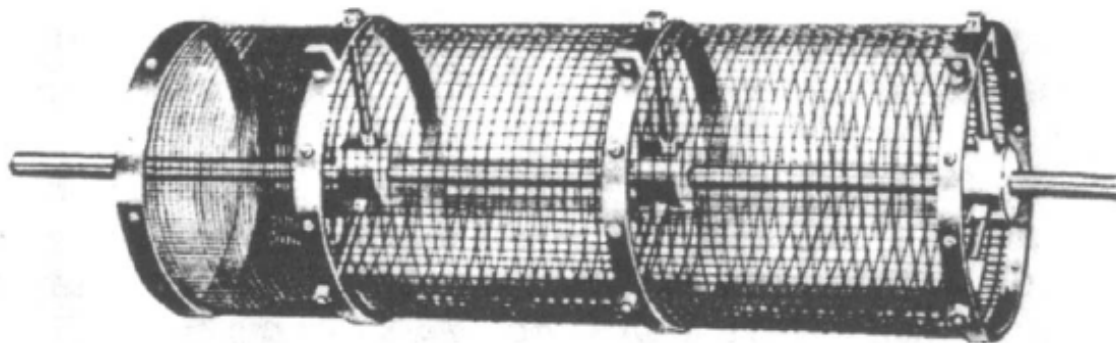
تصویری از یک سرند افقی (*Horizontal Screen*)



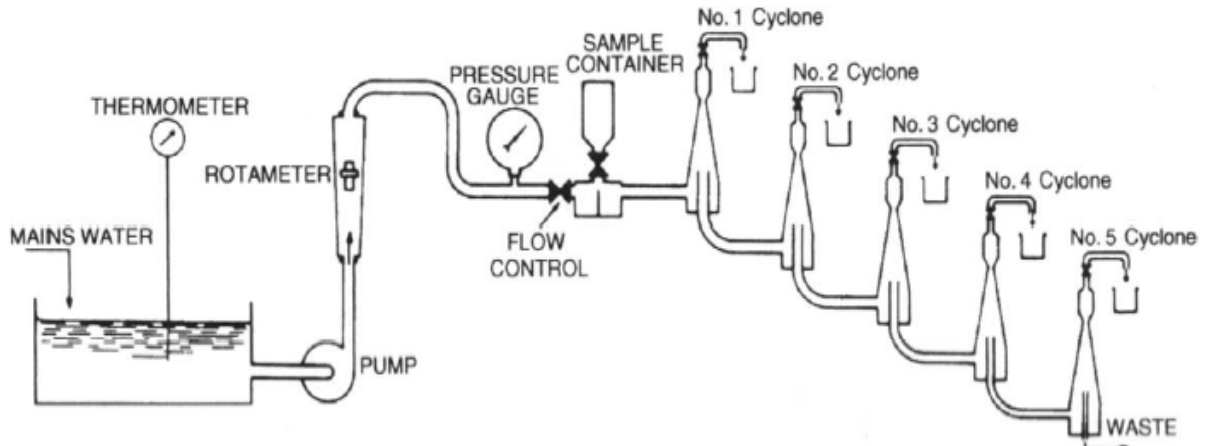
تصویری از یک سرند موزی (Banana Screen)



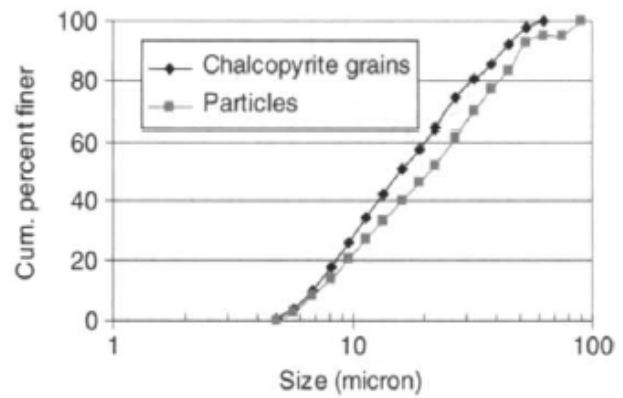
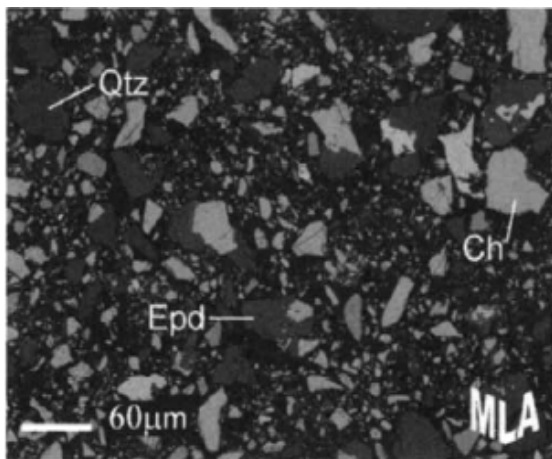
شماتیکی از یک سرند ماگنسن (Mogensen Screen)



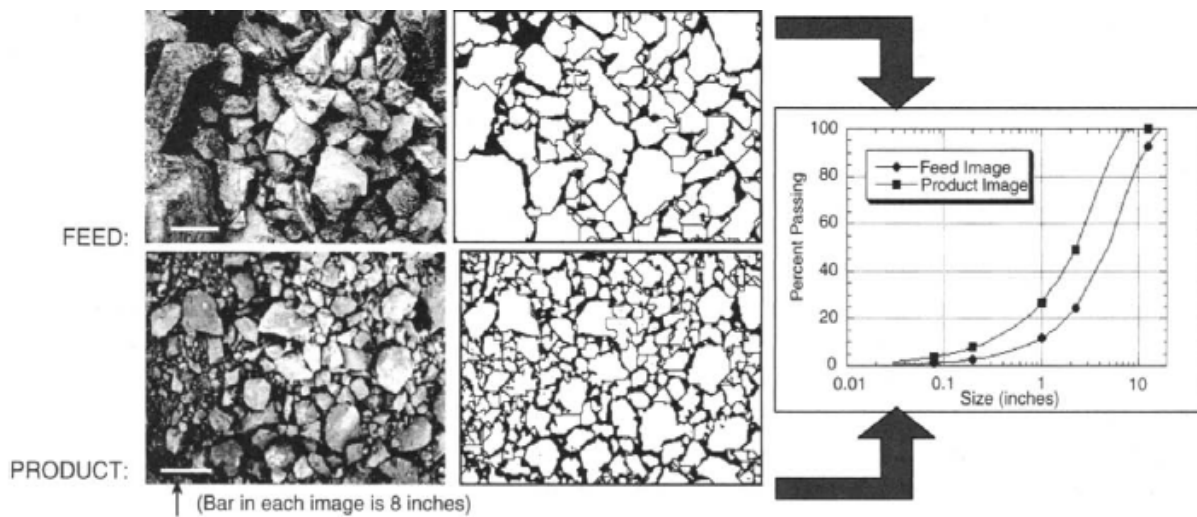
شماتیکی از یک سرند ترومل (Trommel Screen)



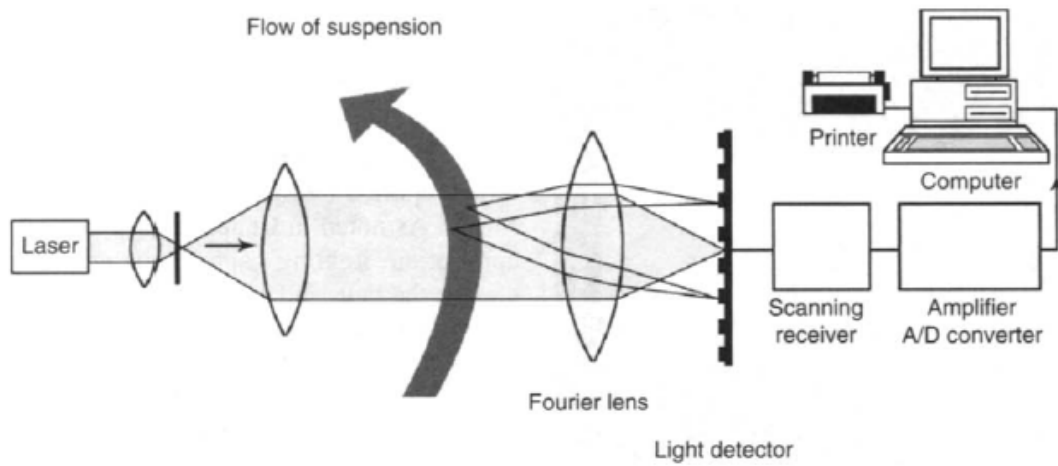
شماتیکی از سیکلوسایزر وارمن (*Warman Cyclosizer*)



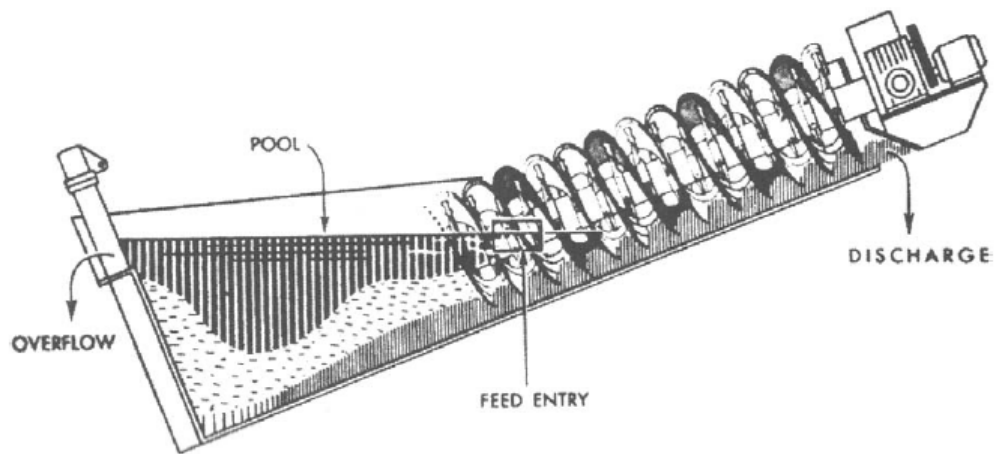
استفاده از آنالیز تصویری (*Image Analysis*) بمنظور اندازه گیری توزیع ابعادی ذرات



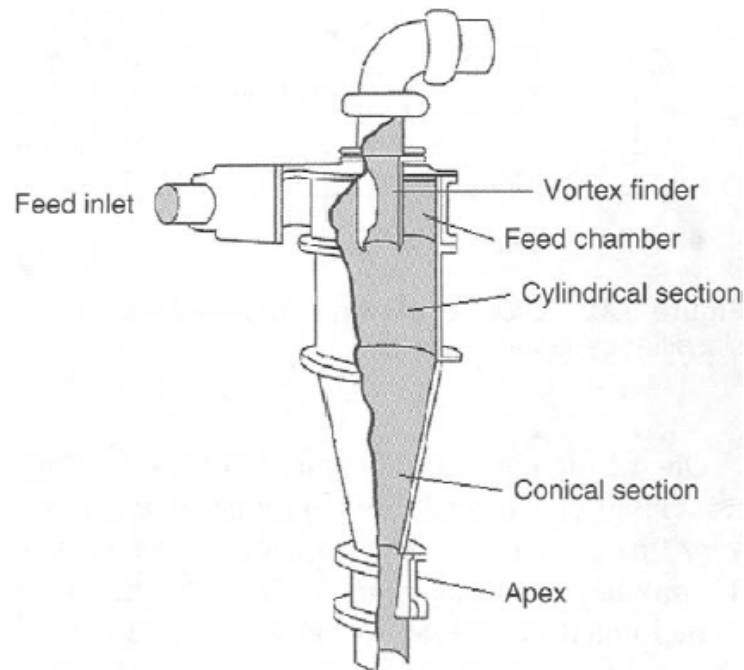
تصاویر خوراک و محصول سنگ شکن بهمراه منحنی توزیع ابعادی آنها



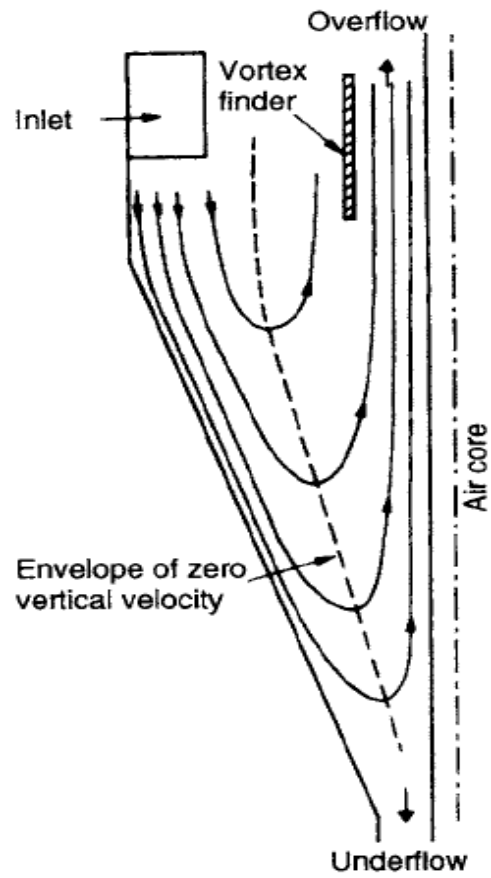
استفاده از پراش لیزر (*Laser Diffraction*) بمنظور اندازه گیری توزیع ابعادی ذرات



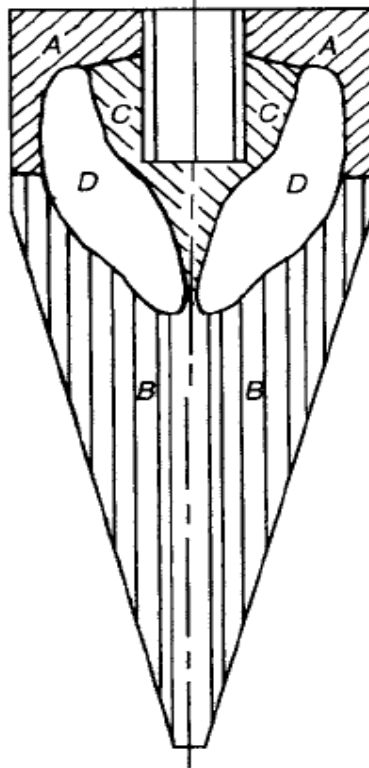
شماتیکی از یک کلاسیفایر مارپیچی



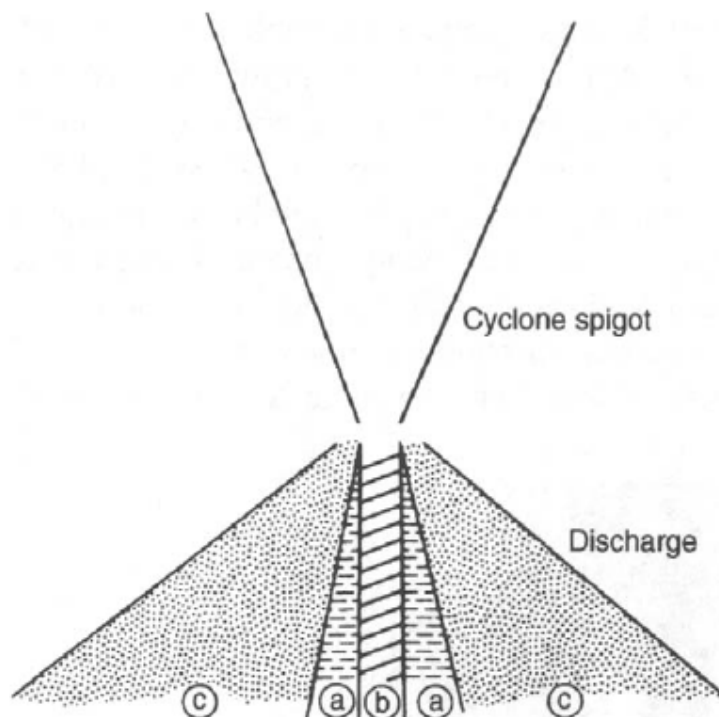
شماتیکی از یک هیدروسیکلون



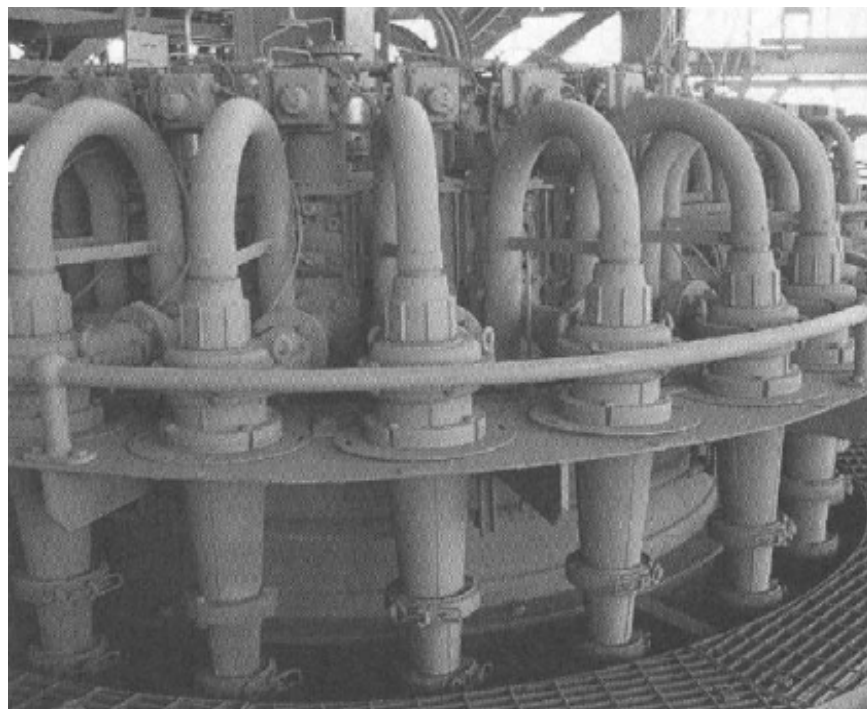
توزیع مولفه های شعاعی و قائم سرعت در یک هیدروسیکلون



زونهای با توزیع ابعادی مشابه در یک هیدروسیکلون



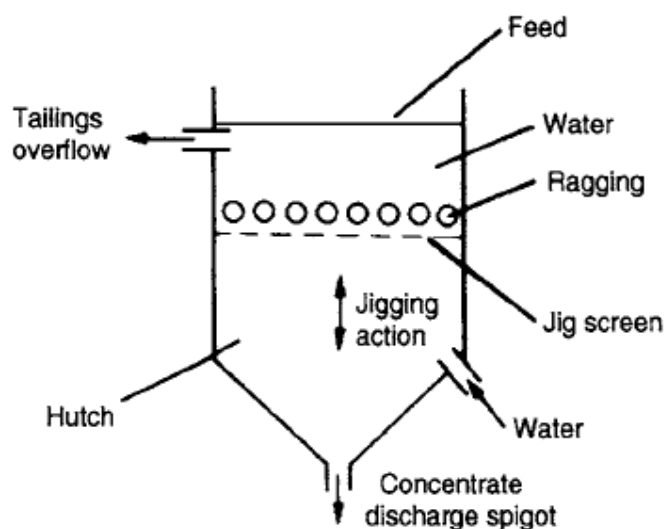
اثر نحوه تخلیه ته ریز سیکلون بر کارایی آن
 (a). شرایط عملیاتی نرمال، (b). دهانه ته ریز خیلی کوچک، (c). دهانه ته ریز خیلی بزرگ



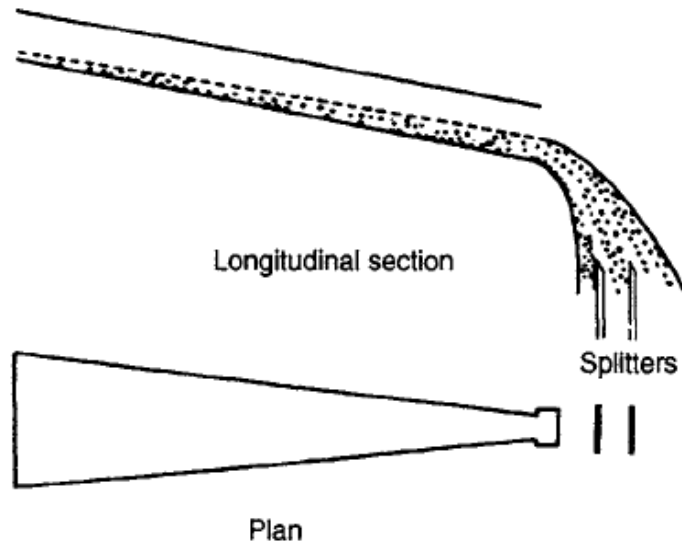
تصویری از یک بانک هیدروسیکلون

جدول توزیع ابعادی خوراک و ته ریز یک هیدروسیکلون بمنظور محاسبه ضریب توزیع

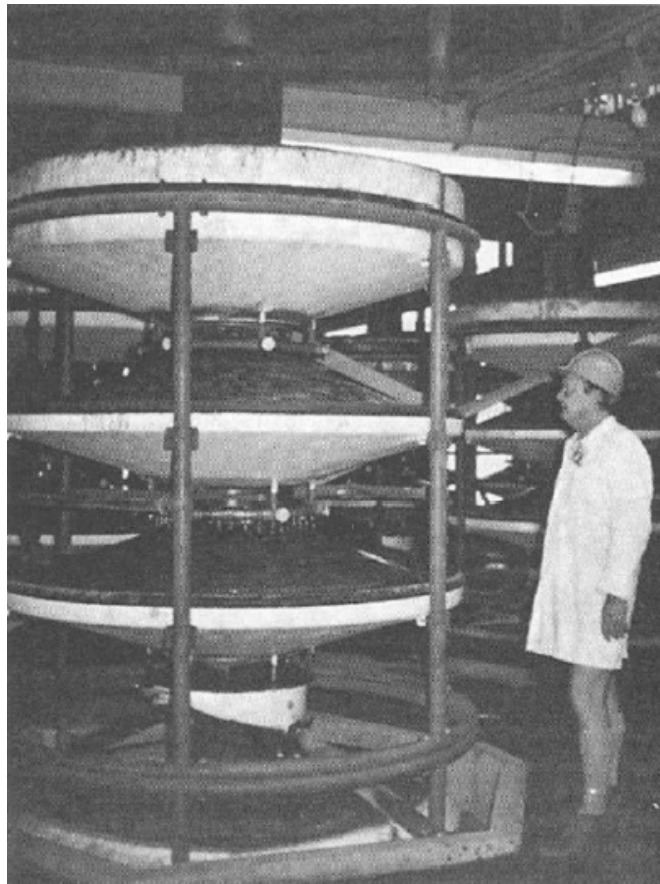
اندازه (میکرون) (۱)	درصد وزنی				درصد وزنی خوراک منتقل شده به				
	درصد وزنی	درصد وزنی	متوسط اندازه ذرات (۷)	ضریب توزیع اصلاح نشده (۸)	ضریب توزیع اصلاح شده (۹)	ته ریز		ته ریز	
						(U)	(V)	(U)	(V)
	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)	(۶)	(۷)	(۸)	(۹)	(۱۰)
+۱۱۶۸	-	۱۴.۷	-	۹.۶	۹.۶	-	۱۰۰	۱۰۰	-
-۱۱۶۸ +۵۸۹	-	۲۱.۸	-	۱۴.۲	۱۴.۲	-	۱۰۰	۱۰۰	-
+۲۹۵-۵۸۹	۵.۹	۲۵	۲.۱	۱۶.۳	۱۸.۴	۴۴۲	۸۸.۶	۸۱.۳۱	-
+۲۰۸-۲۹۵	۹	۷.۴	۳.۱	۴.۸	۷.۹	۲۵۱۵	۶۰/۸	۳۵.۷۴	-
+۱۴۷-۲۰۸	۱۱.۷	۶.۳	۴.۱	۴.۱	۸.۲	۱۷۷.۵	۵۰	۱۸.۰۳	-
+۱۰۴-۱۴۷	۱۱.۲	۴.۸	۳.۹	۳.۱	۷	۱۲۵.۵	۴۴.۳	۸.۶۹	-
+۷۴-۱۰۴	۷.۹	۲.۹	۲.۷	۱.۹	۴.۶	۸۹	۴۱.۳	۳.۷۷	-
-۷۴	۵۴.۳	۱۷.۱	۱۸.۹	۱۱.۲	۳۰.۱	-	۳۷.۲	۰	-
جمع	۱۰۰	۱۰۰	۳۴.۸	۶۵.۲	۱۰۰	-	-	-	-
<p>ستون ۴ = $۰/۳۴۸ * ۲$ ستون ۲</p> <p>ستون ۵ = $۰/۶۵۲ * ۳$ ستون ۳</p> <p>ستون ۶ = ستون ۴ + ستون ۵</p>									



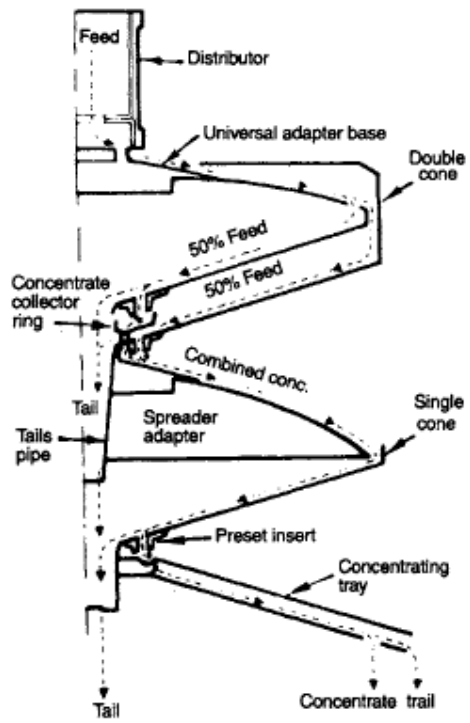
شماتیکی از یک بانک جیگ



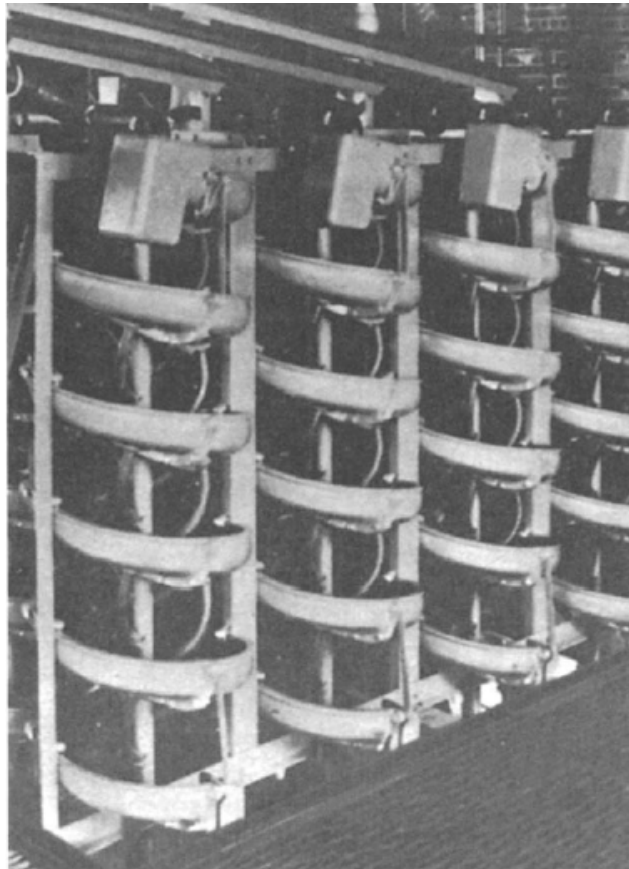
شماتیکی از یک ناو شستشو



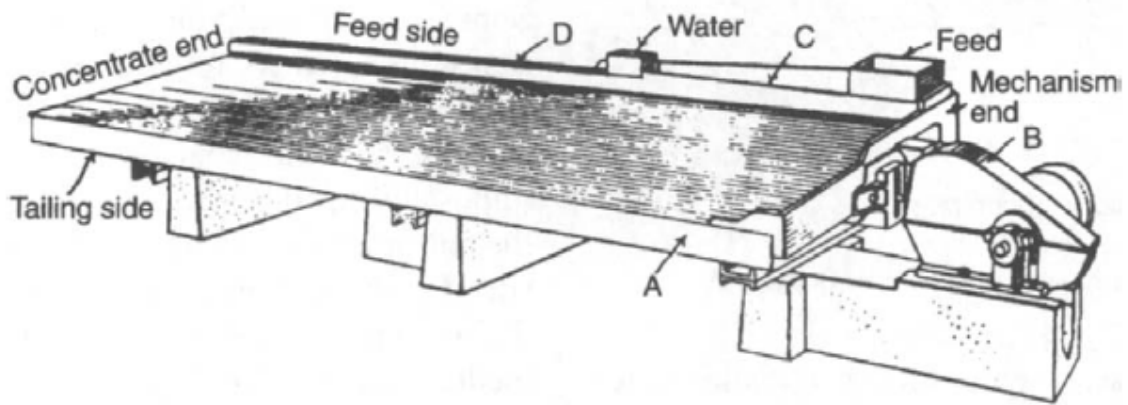
تصویری از یک جداکننده مخروطی



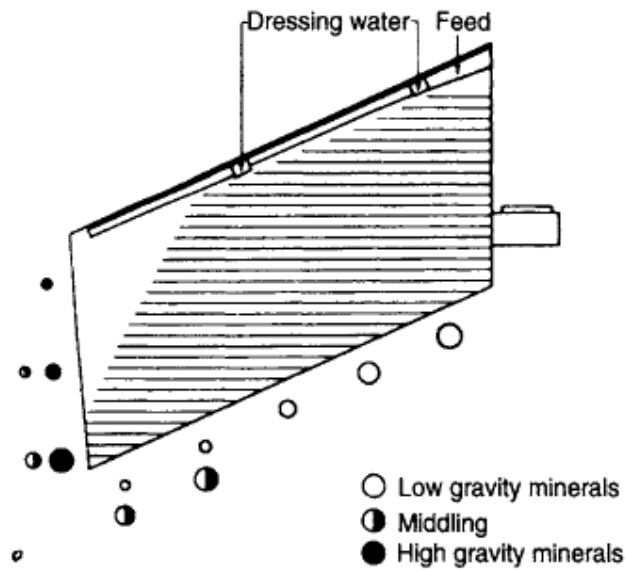
شماتیکی نحوه جریان مواد در یک جداکننده مخروطی



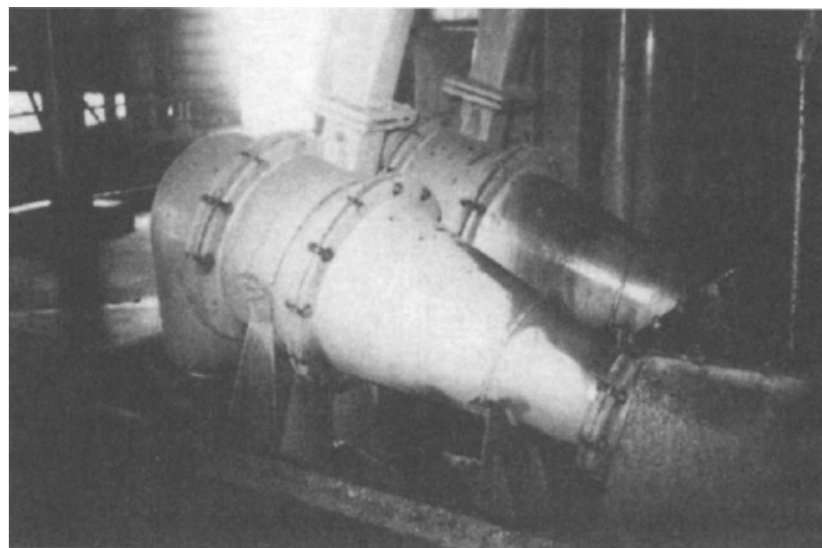
تصویری از یک جداکننده مارپیچی



شماتیکی از یک میز لرزان

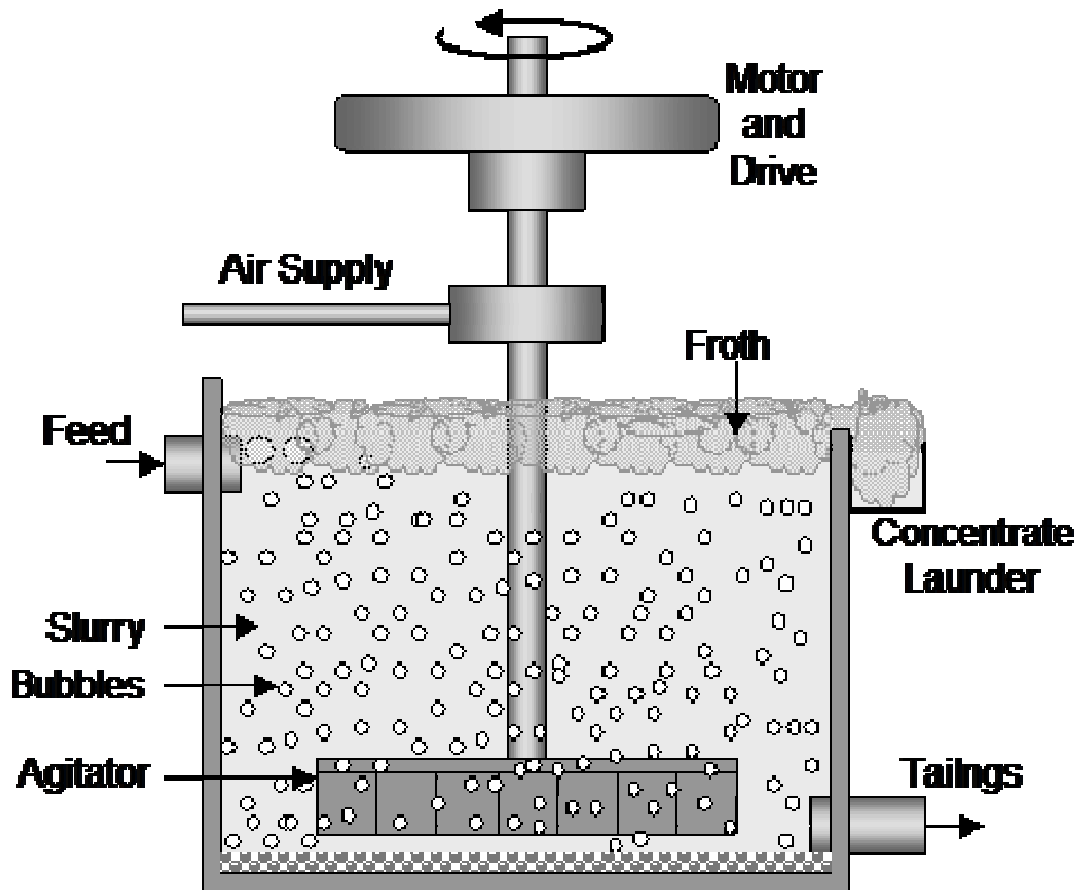


شماتیکی از نحوه جدایش ذرات در یک میز لرزان



تصویری از یک هیدروسیکلون واسطه سنگین
نتایج یک آزمایش مایع سنگین

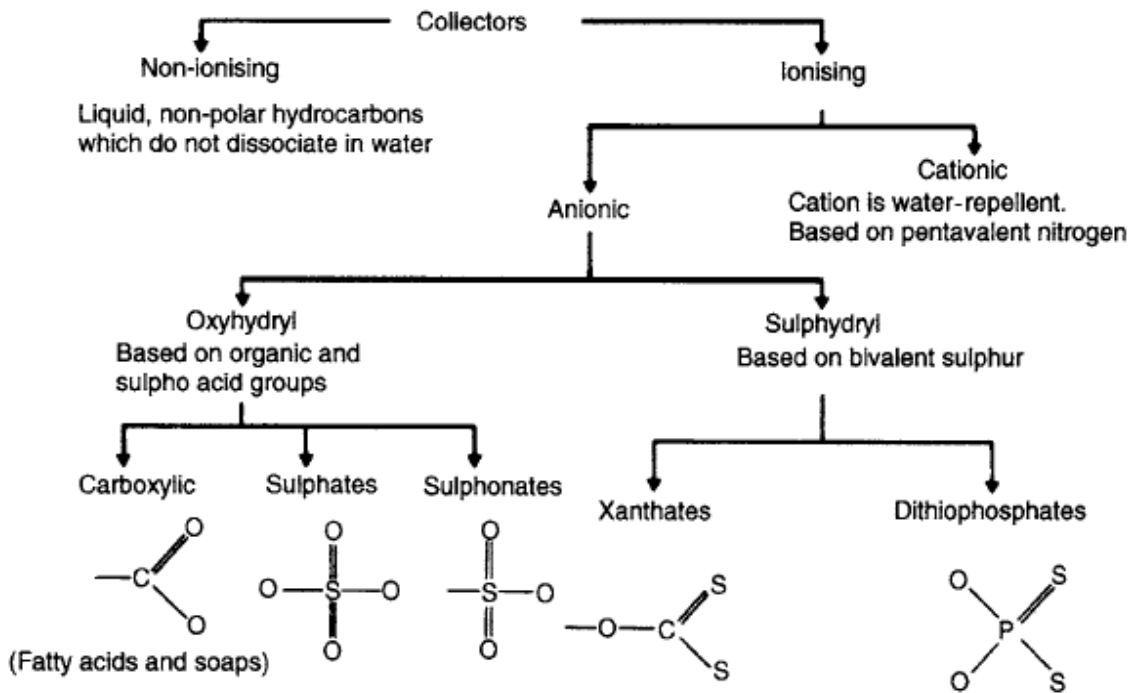
(1) <i>Specific gravity fraction</i>	(2) <i>% Weight</i>	(3) <i>Cumulative % Weight</i>	(4) <i>Assay (% Sn)</i>	(5) <i>Distribution (% Sn)</i>	(6) <i>Cumulative distribution (% Sn)</i>
-2.55	1.57	1.57	0.003	0.004	0.004
2.55-2.60	9.22	10.79	0.04	0.33	0.37
2.60-2.65	26.11	36.90	0.04	0.93	1.30
2.65-2.70	19.67	56.57	0.04	0.70	2.00
2.70-2.75	11.91	68.48	0.17	1.81	3.81
2.75-2.80	10.92	79.40	0.34	3.32	7.13
2.80-2.85	7.87	87.27	0.37	2.60	9.73
2.85-2.90	2.55	89.82	1.30	2.96	12.69
+2.90	10.18	100.00	9.60	87.34	100.00



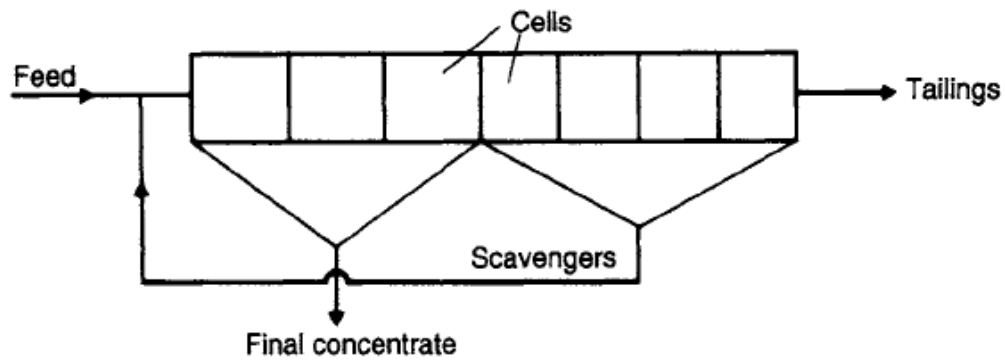
شماتیکی از یک سلول فلوتاسیون مکانیکی

طبقه بندی کانیهای قطبی

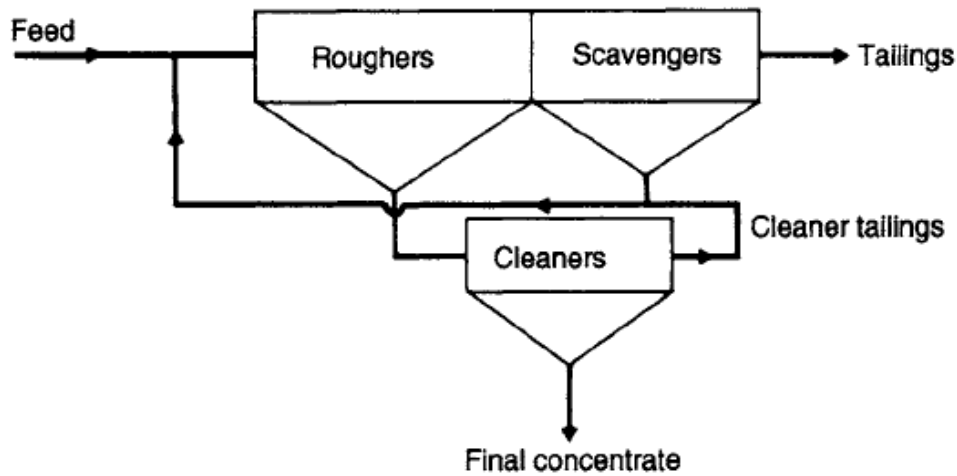
Group 1	Group 2	Group 3(a)	Group 4	Group 5
Galena	Barite	Cerrusite	Hematite	Zircon
Covellite	Anhydrite	Malachite	Magnetite	Willemite
Bornite	Gypsum	Azurite	Gothite	Hemimorphite
Chalcocite	Anglesite	Wulfenite	Chromite	Beryl
Chalcopyrite			Ilmenite	Feldspar
Stibnite		Group 3(b)	Corundum	Sillimanite
Argentite		Fluorite	Pyrolusite	Garnet
Bismuthinite		Calcite	Limonite	Quartz
Millerite		Witherite	Borax	
Cobaltite		Magnesite	Wolframite	
Arsenopyrite		Dolomite	Columbite	
Pyrite		Apatite	Tantalite	
Sphalerite		Scheelite	Rutile	
Orpiment		Smithsonite	Cassiterite	
Pentlandite		Rhodochrosite		
Realgar		Siderite		
Native Au, Pt, Ag, Cu		Monazite		



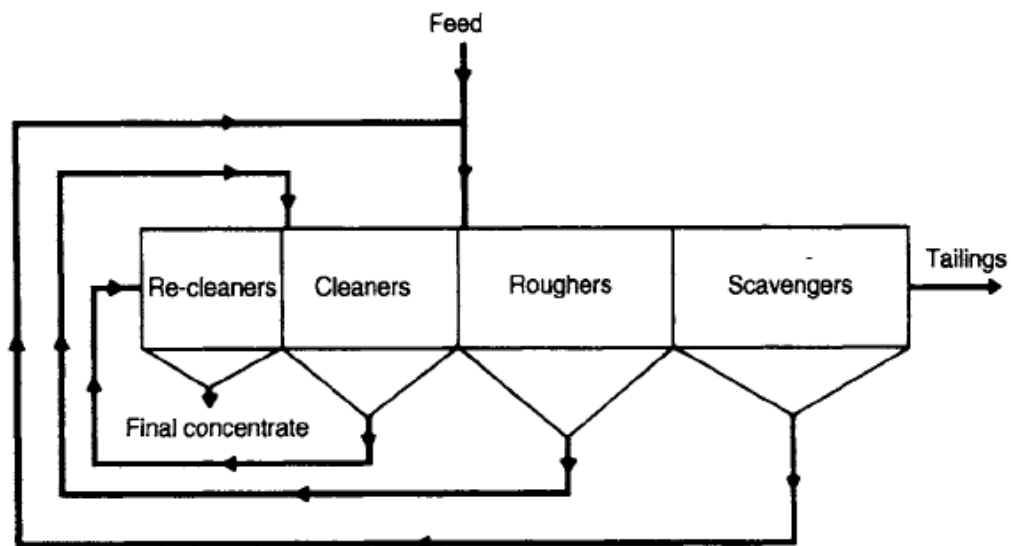
طبقه بندی کلکتورها



مدار فلوتاسیون شامل رافر-اسکاونجر



مدار فلوتاسیون شامل رافر-اسکاونجر-کلیئر



مدار فلوتاسیون شامل رافر-اسکاونجر-کلیئر-ری کلیئر