



دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

مرکز تحقیقات فرآوری مواد کاشی گر
Kashigar Mineral Processing Research Center



در دنیا چه خبر؟

عوامل تاثیر گذار بر شرایط عملیاتی و اندازه آسیای گلوله ای

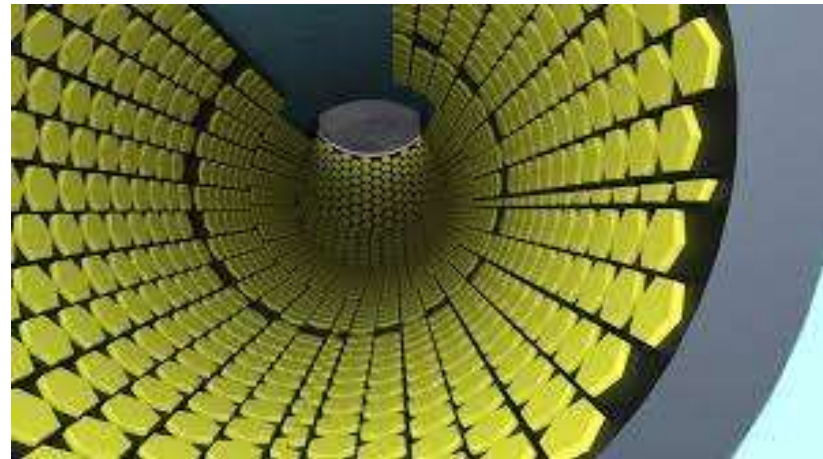
(قسمت دوم)

مرکز تحقیقات فرآوری مواد کاشی گر

www.kmpc.ir

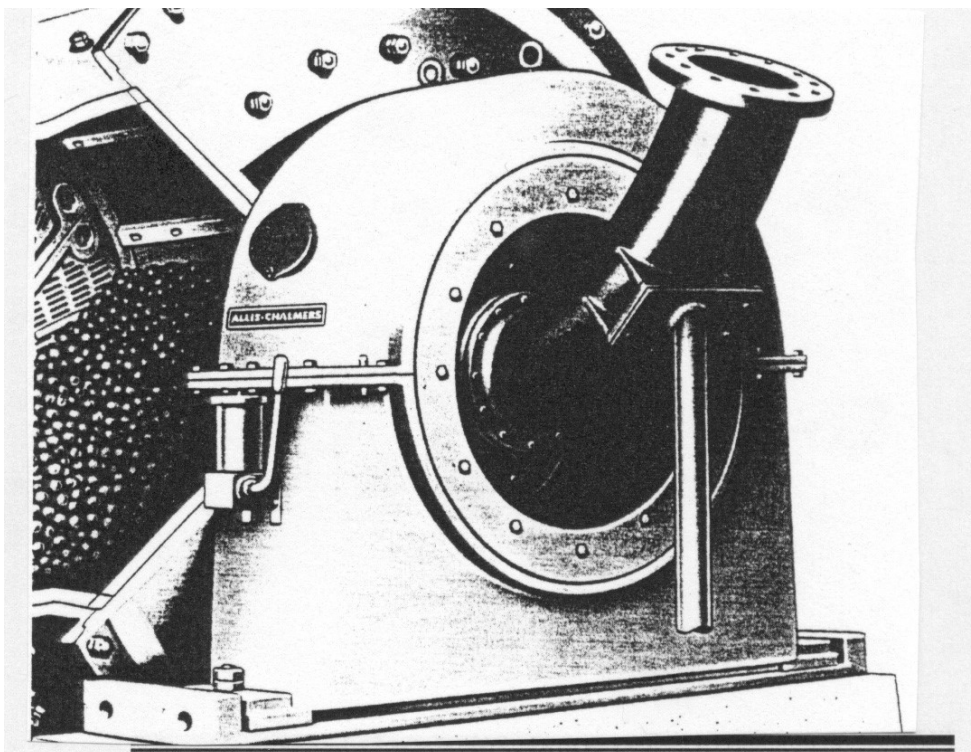
Info@kmpc.ir

خوراک دهنده ناودانی

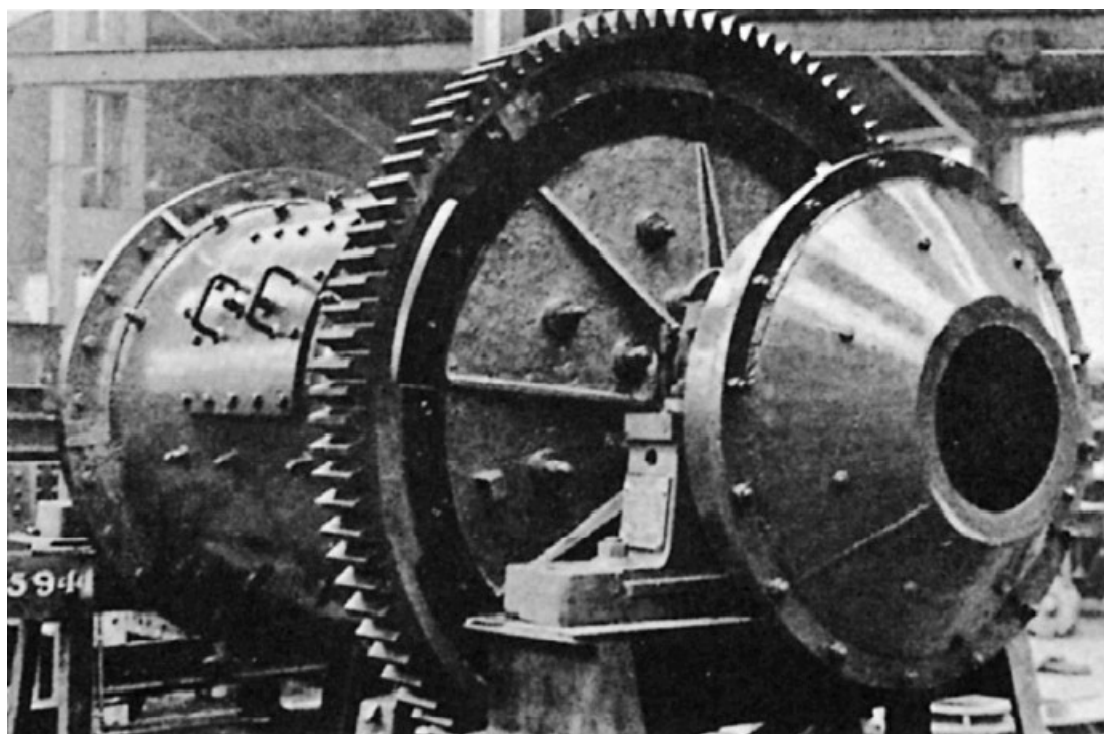


خوراک دهنده ناودانی

- عیب: هزینه بالا به دلیل نیاز به نصب هیدروسیکلون ها در ارتفاع بالاتر و بیشتر شدن هد لازم برای پمپاژ خوراک به هیدروسیکلون
- هزینه نگهداری کمتر



خوراک دهنده بشکهای



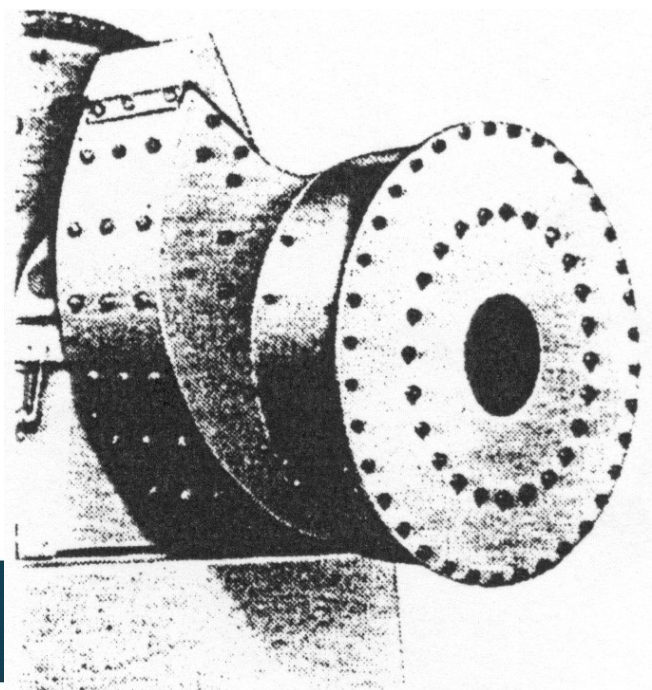
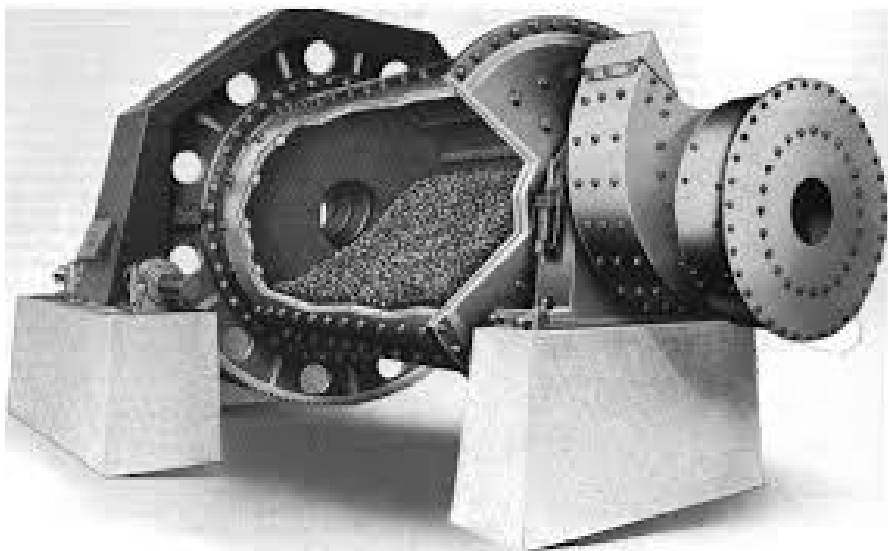
خوراک دهنده ملاقه ای

➤ برای زمانی که از طبقه بندی کننده ماریچی استفاده می شود

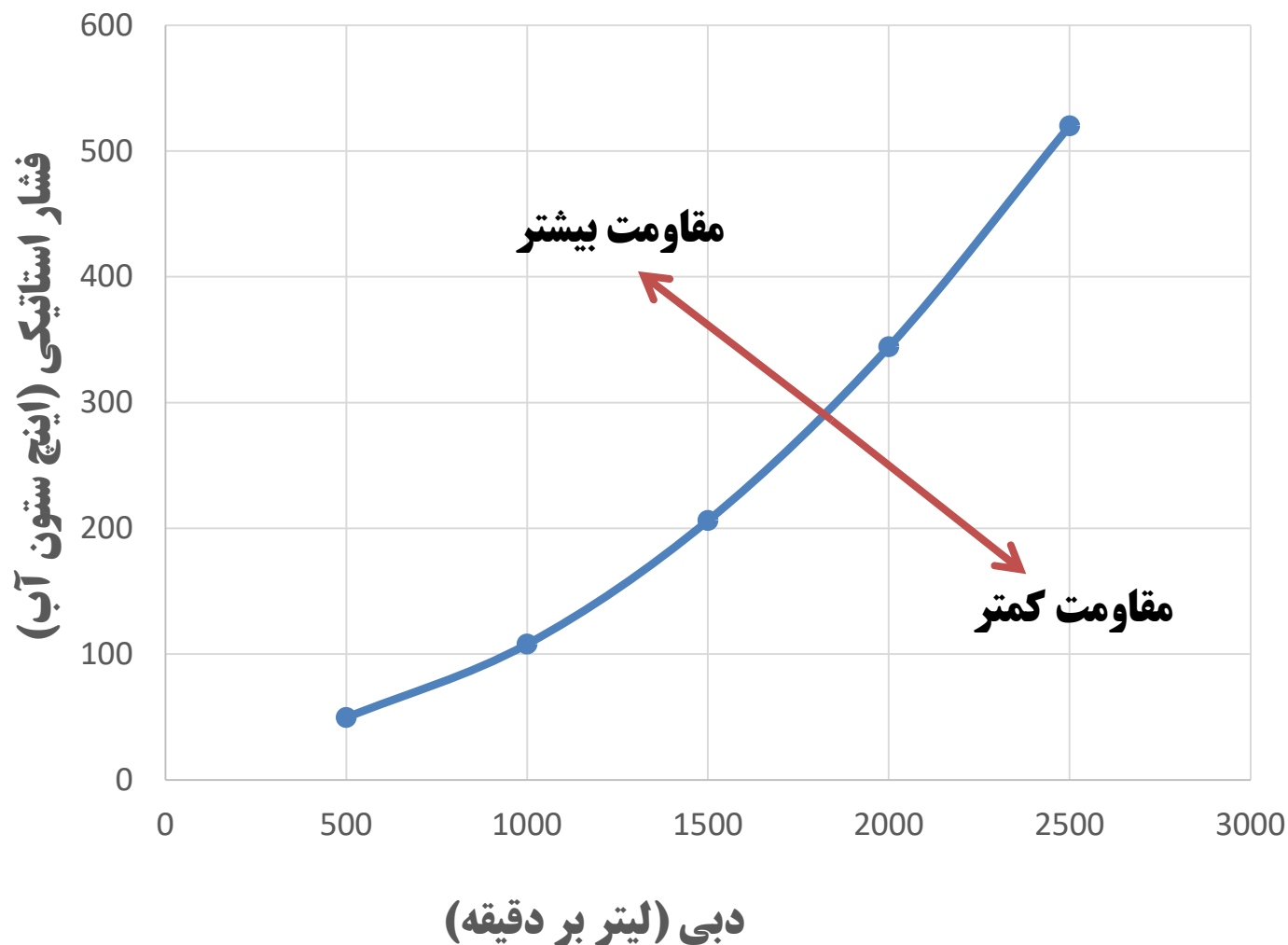
خوراک دهنده ملاقه ای لازم است.

➤ عیب: هزینه بالای نگهداری

➤ ارتفاع کم برای نصب هیدروسیکلون



تغیر منحنی مقاومت سیستم به دلیل افزایش ارتفاع نصب هیدروسیکلون



– اتلاف اصطکاکی

– اتلاف دینامیکی



چرا در بهترین شرایط حد جدایش هیدروسیکلون سرچشمه همواره از مقدار طراحی آن بزرگتر است؟

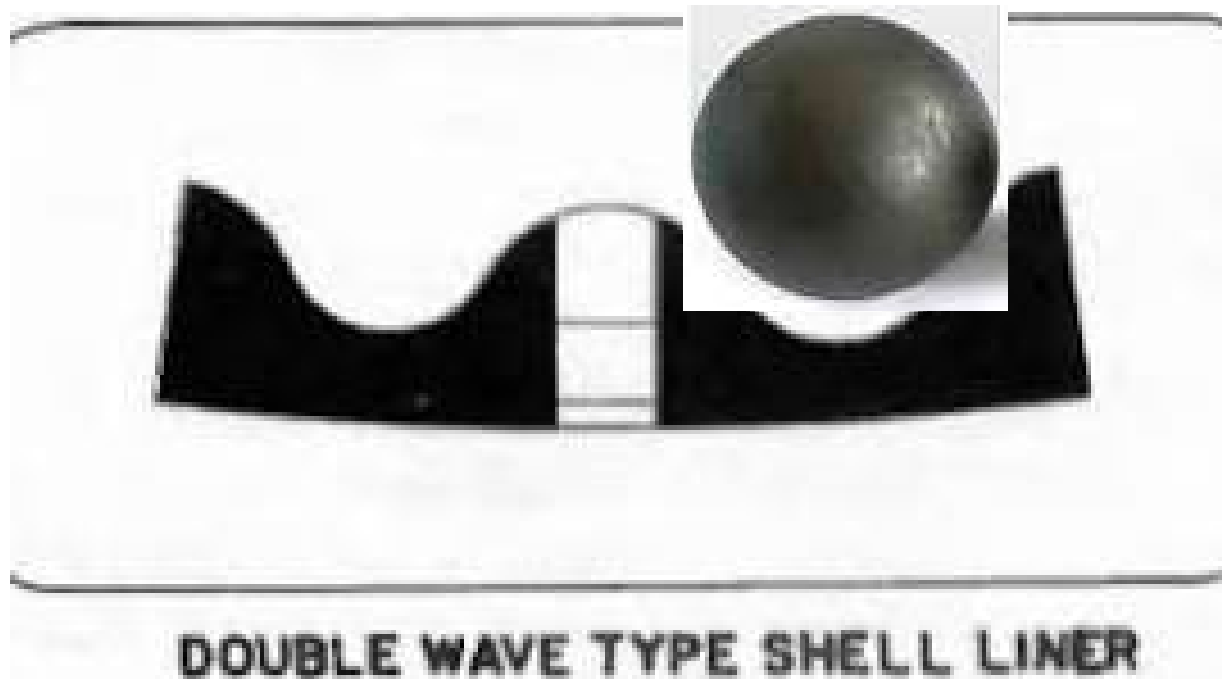
➤ چون به دلیل مشکلات زیاد خوراک دهنده های ملاقه ای آنها با خوراک دهنده های ناودانی تعویض شدند. برای اینکه ته ریز سیکلون بتواند وارد خوراک دهنده شود هیدروسیکلون ها دو متر بالا برده شدند. این امر باعث شد که هد مورد نیاز افزایش و در نتیجه دبی کاهش (Q) پیدا کند که حاصل آن افزایش حد جدایش (d_{50c}) است.

$$d_{50c} \propto \frac{1}{Q^{0.45}}$$



چرا زمانی که گلوله های ۵ سانتی متر یا بزرگتر استفاده می شود در ابتدای عملیات، توان کشی تا ۵ درصد کمتر است؟

➤ گلوله با سایش آسترها بهتر می توانند بین موج آسترها قرار گیرند و با بالاتر رفتن گلوله ها، توان کشی افزایش می یابد.



سوال

چند مورد از موارد زیر صحیح است.

- نوع خوراک دهنده به نوع مدار (بسته یا باز بودن)، تر یا خشک بودن و اندازه و نرخ خوراک بستگی دارد.
- در آسیاهای خشک از خوراک دهنده‌های لرزان استفاده می شود.
- در زمان استفاده از خوراک دهنده ملاقه ای دو قاشقی دبی کمتر می شود.
- در زمانی که از طبقه‌بندی کننده مارپیچی استفاده می شود، خوراک دهنده ملاقه‌ای مناسب تر است.



عوامل موثر بر توان کشی آسیا

➤ قطر و سرعت آسیا؛ مقدار گلوله

$$K_{wb} = 4.879 D^{0.3} (3.2 - 3V_p) f_{cs} \left(1 - \frac{0.1}{2(9-10f_{cs})}\right)$$

که در آن

K_{wb} : کیلو وات بر هر تن گلوله (۱۰۰۰ کیلوگرم)

D : قطر داخلی با آستر (متر)

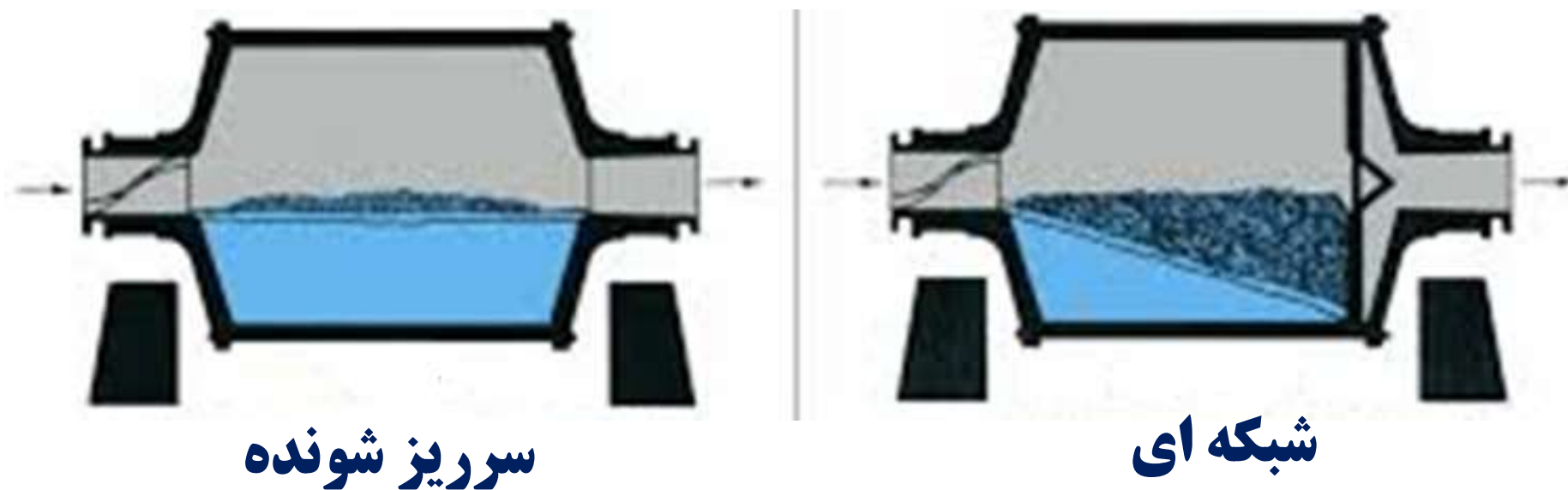
V_p : کسری از حجم آسیا که با گلوله پر شده

f_{cs} : کسر سرعت بحرانی



توان کشی آسیاهای گلوله ای سرریز شونده با شبکه ای چه تفاوتی دارد؟

➤ شبکه توان کشی ۱/۱۶ برابر حالت سرریز شونده است.



جدول توان کشی آسیاهای گلوله ای

| قطر (m) | طول (m) | اندازه گلوله (mm) | سرعت | | وزن بار گلوله (تن) | | | توان کشی (اسب بخار) | | |
|------------|------------|----------------------|------|------|--------------------|-----|-----|---------------------|------|------|
| | | | RPM | %CS | پرشدگی حجمی (%) | | | لبریز شونده | | |
| | | | | | 35 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 |
| 5.18 | 5.18 | 75 | 13 | 68.7 | 165 | 189 | 212 | 2595 | 2764 | 2883 |



جدول توان کشی آسیاهای گلوله ای

| Ball Mill | | | | | | | | | Ball Charge Weight | | | | | | Mill Power | | | | | | Dia (D) Inside New Liners | |
|--------------------|------|------------------|------|-----------|-----|------------|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|------|------|----------------------|------|------|----------------------|------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | | | | | | | | | | | Overflow Disch. | | | Grate Disch. | | | | |
| | | | | | | | | | Metric Tonnes | | | Short Tons | | | % Volumetric Loading | | | % Volumetric Loading | | | M | FT |
| Ball Mill Diameter | | Ball Mill Length | | Ball Size | | Mill Speed | | % Volumetric Loading | % Volumetric Loading | % Volumetric Loading | % Volumetric Loading | 35 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 | M | FT |
| M | FT | M | FT | MM | IN | RPM | %C _s | FPM | 35 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 | 35 | 40 | 45 | M | FT |
| 0.91 | 3.0 | 0.91 | 3.0 | 50 | 2.0 | 38.7 | 79.9 | 304 | 0.68 | 0.77 | 0.87 | 0.75 | 0.85 | 0.96 | 7 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 0.76 | 2.5 |
| 1.22 | 4.0 | 1.22 | 4.0 | 50 | 2.0 | 32.4 | 79.1 | 356 | 1.77 | 2.02 | 2.28 | 1.95 | 2.23 | 2.51 | 19 | 20 | 21 | 22 | 24 | 25 | 1.07 | 3.5 |
| 1.52 | 5.0 | 1.52 | 5.0 | 50 | 2.0 | 28.2 | 78.1 | 399 | 3.66 | 4.19 | 4.71 | 4.03 | 4.61 | 5.19 | 42 | 45 | 47 | 49 | 52 | 54 | 1.37 | 4.5 |
| 1.83 | 6.0 | 1.83 | 6.0 | 50 | 2.0 | 25.5 | 78.0 | 441 | 6.56 | 7.50 | 8.44 | 7.23 | 8.27 | 9.30 | 80 | 85 | 89 | 93 | 99 | 103 | 1.68 | 5.5 |
| 2.13 | 7.0 | 2.13 | 7.0 | 50 | 2.0 | 23.2 | 77.2 | 474 | 10.7 | 12.3 | 13.8 | 11.8 | 13.5 | 15.2 | 137 | 145 | 151 | 158 | 168 | 175 | 1.98 | 6.5 |
| 2.44 | 8.0 | 2.44 | 8.0 | 50 | 2.0 | 21.3 | 76.1 | 502 | 16.2 | 18.6 | 21.0 | 17.9 | 20.5 | 23.1 | 215 | 228 | 237 | 249 | 265 | 275 | 2.29 | 7.5 |
| 2.59 | 8.5 | 2.49 | 5.0 | 50 | 2.0 | 20.4 | 75.3 | 513 | 18.5 | 21.1 | 23.8 | 20.4 | 23.3 | 26.2 | 250 | 266 | 277 | 290 | 308 | 321 | 2.44 | 8.0 |
| 2.74 | 9.0 | 2.74 | 9.0 | 50 | 2.0 | 19.7 | 75.0 | 526 | 23.5 | 26.9 | 30.2 | 25.9 | 29.6 | 33.3 | 322 | 342 | 356 | 373 | 397 | 413 | 2.55 | 8.5 |
| 2.89 | 9.5 | 2.74 | 9.0 | 50 | 2.0 | 19.15 | 75.0 | 541 | 26.4 | 30.1 | 33.9 | 29.1 | 33.2 | 37.4 | 367 | 390 | 406 | 425 | 453 | 471 | 2.74 | 9.0 |
| 3.05 | 10.0 | 3.05 | 10.0 | 50 | 2.0 | 18.65 | 75.0 | 557 | 32.7 | 37.3 | 42.0 | 36.0 | 41.1 | 46.3 | 462 | 491 | 512 | 535 | 570 | 593 | 2.89 | 9.5 |
| 3.20 | 10.5 | 3.05 | 10.0 | 50 | 2.0 | 18.15 | 75.0 | 570 | 36.1 | 41.4 | 46.5 | 39.9 | 45.6 | 51.2 | 519 | 552 | 575 | 602 | 640 | 667 | 3.05 | 10.0 |
| 3.35 | 11.0 | 3.35 | 11.0 | 50 | 2.0 | 17.3 | 72.8 | 565 | 43.0 | 49.2 | 55.4 | 47.4 | 54.2 | 61.0 | 610 | 649 | 676 | 708 | 753 | 784 | 3.17 | 10.4 |
| 3.51 | 11.5 | 3.35 | 11.0 | 50 | 2.0 | 16.75 | 72.2 | 574 | 49.1 | 54.0 | 60.8 | 54.1 | 59.5 | 67.0 | 674 | 718 | 747 | 782 | 832 | 867 | 3.32 | 10.9 |
| 3.66 | 12.0 | 3.66 | 12.0 | 50 | 2.0 | 16.3 | 71.8 | 584 | 56.4 | 64.4 | 72.5 | 62.2 | 71.0 | 79.9 | 812 | 864 | 900 | 942 | 1003 | 1044 | 3.47 | 11.4 |
| 3.81 | 12.5 | 3.66 | 12.0 | 50 | 2.0 | 15.95 | 71.8 | 596 | 61.4 | 70.2 | 79.0 | 67.7 | 77.4 | 87.1 | 896 | 954 | 993 | 1040 | 1106 | 1152 | 3.63 | 11.9 |
| 3.96 | 13.0 | 3.96 | 13.0 | 50 | 2.0 | 15.60 | 71.7 | 607 | 72.3 | 82.7 | 92.6 | 79.7 | 91.1 | 102 | 1063 | 1130 | 1177 | 1233 | 1311 | 1365 | 3.78 | 12.4 |
| 4.12 | 13.5 | 3.96 | 13.0 | 64 | 2.5 | 15.30 | 71.7 | 620 | 78.2 | 89.4 | 99.8 | 86.2 | 98.5 | 111 | 1189 | 1266 | 1321 | 1379 | 1469 | 1532 | 3.93 | 12.9 |
| 4.27 | 14.0 | 4.27 | 14.0 | 64 | 2.5 | 14.8 | 70.7 | 623 | 90.7 | 104 | 117 | 100 | 115 | 129 | 1375 | 1464 | 1527 | 1595 | 1699 | 1771 | 4.08 | 13.4 |
| 4.42 | 14.5 | 4.27 | 14.0 | 64 | 2.5 | 14.55 | 70.8 | 635 | 98.0 | 112 | 126 | 108 | 123 | 139 | 1492 | 1588 | 1656 | 1730 | 1842 | 1921 | 4.24 | 13.9 |
| 4.57 | 15.0 | 4.57 | 15.0 | 64 | 2.5 | 14.1 | 69.8 | 638 | 113 | 129 | 144 | 124 | 142 | 159 | 1707 | 1817 | 1893 | 1980 | 2107 | 2196 | 4.39 | 14.4 |
| 4.72 | 15.5 | 4.57 | 15.0 | 64 | 2.5 | 13.85 | 69.8 | 648 | 121 | 138 | 155 | 133 | 152 | 171 | 1838 | 1956 | 2037 | 2132 | 2264 | 2363 | 4.54 | 14.9 |
| 4.89 | 16.0 | 4.88 | 16.0 | 64 | 2.5 | 13.45 | 68.9 | 651 | 137 | 157 | 179 | 151 | 173 | 194 | 2084 | 2217 | 2309 | 2417 | 2571 | 2678 | 4.69 | 15.4 |
| 5.03 | 16.5 | 4.88 | 16.0 | 64 | 2.5 | 13.2 | 68.7 | 659 | 146 | 167 | 188 | 161 | 184 | 207 | 2229 | 2370 | 2468 | 2585 | 2750 | 2863 | 4.85 | 15.9 |
| 5.18 | 17.0 | 5.18 | 17.0 | 75 | 3.0 | 13.0 | 68.7 | 670 | 165 | 189 | 212 | 182 | 208 | 234 | 2595 | 2764 | 2883 | 3010 | 3206 | 3344 | 5.00 | 16.4 |
| 5.33 | 17.5 | 5.18 | 17.0 | 75 | 3.0 | 12.7 | 68.1 | 674 | 176 | 201 | 226 | 194 | 221 | 249 | 2750 | 2929 | 3053 | 3190 | 3397 | 3542 | 5.15 | 16.9 |
| 5.49 | 18.0 | 5.49 | 18.0 | 75 | 3.0 | 12.4 | 67.5 | 678 | 197 | 225 | 253 | 217 | 248 | 279 | 3077 | 3276 | 3414 | 3569 | 3800 | 3961 | 5.30 | 17.4 |



چگونه ابعاد آسیا با داشتن توان کشی مورد نیاز تعیین می شود؟

– اگر توان مورد نیاز برای آسیا (hp) ۲۹۵۱ باشد و نسبت طول به قطر ۱/۲۵ باشد،

قطر و طول آسیا باید چه مقدار باشد؟

– چون توان با طول آسیا رابطه مستقیم دارد، در نتیجه:

$$\frac{2951}{x} = 1.25 \rightarrow X = 2370$$

| | | | توان کشی (hp) |
|-----------|-----------|----------|---------------|
| قطر (متر) | طول (متر) | سرعت (%) | پرشدهگی: ۴۰% |
| ۵/۰۳ | ۴/۸۸ | ۶۹ | ۲۳۷۰ |

توان ۲۳۷۰ اسب بخار مربوط به آسیایی با قطر ۵/۰۳ در ۴/۸۸ متر است. در نتیجه

طول آسیا برابر است با:

$$4.88 \times 1.25 = 6.1 \text{ m}$$



وظیفه سرند ترومل در آسیاهای گلوله ای



➤ **طبقه بندی**

➤ **کنار گذاشتن ذرات**

درشت و گلوله های

فلزی

➤ **پایداری فرایند پایین**

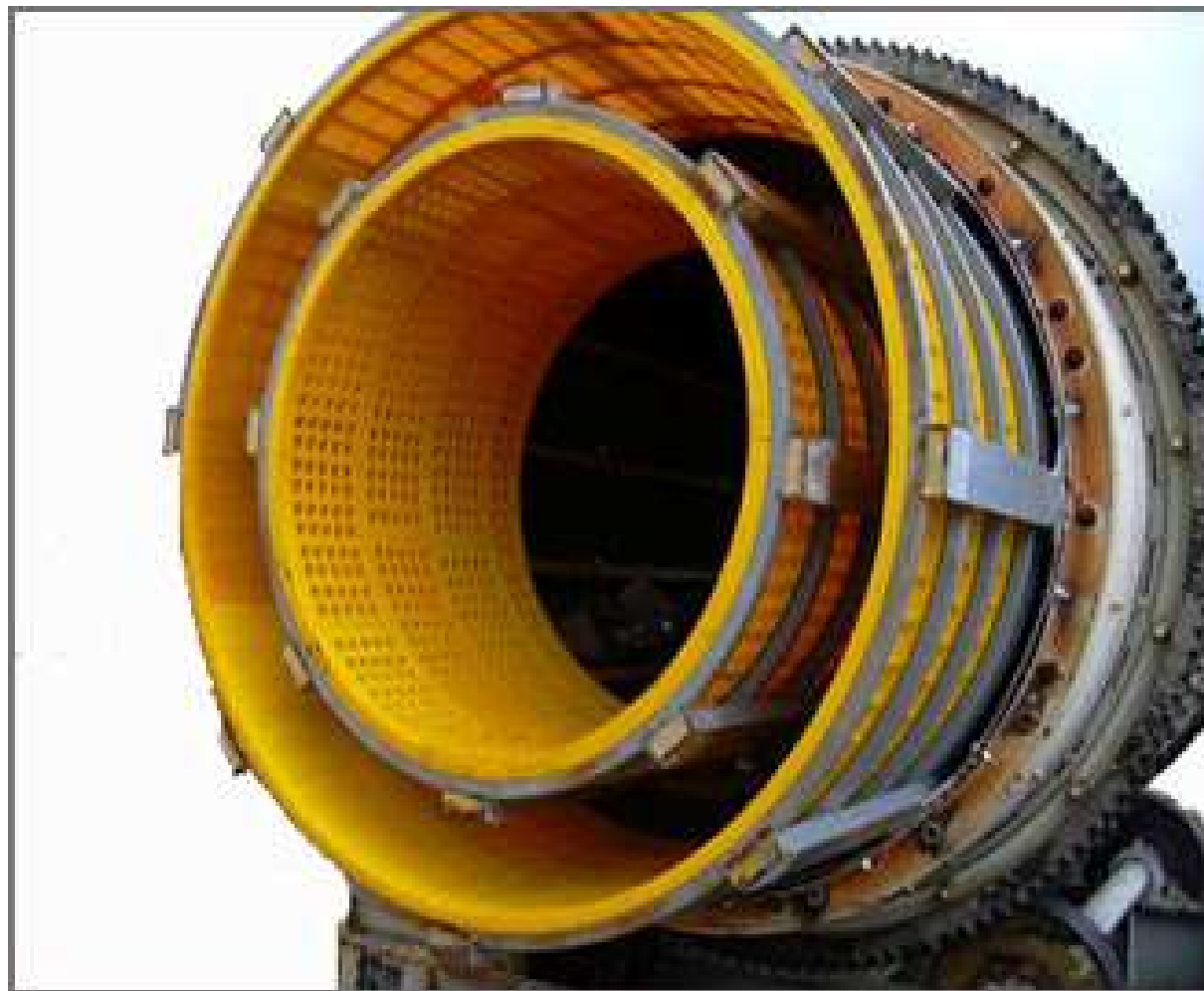
دست

➤ **حفاظت از تجهیزات**

پایین دست



سرنده ترومبل با طرح استوانه های هم مرکز



سوال

چند مورد از موارد زیر صحیح است.

- کمترین مقدار گلوله در جدول استاندارد آسیاها، ۳۵ درصد است.
- توان کشی آسیاهای شبکه‌دار در شرایط برابر از توان کشی آسیاهای سرریز شونده کمتر است.
- اندازه سرریز هیدروسیکلون‌های آسیاهای اولیه کارخانه پرعیارکنی یک، حتی با اعمال شرایط عملیاتی طرح، همواره درشت‌تر خواهد بود.
- خوراک دهنده ملاقه‌ای نسبت به خوراک دهنده ناودانی، هزینه نگهداری بالاتری دارد.

