



به نام همان که تمام مسیر را به زیبایی برایم هموار می سازد



ارائه‌ی خلاصه‌ی ترجمه‌ی فصل نهم کتاب فروآلیاژ با موضوعیت

HIGH CARBON FERROCHROME AND ITS PRODUCTION BASE

فروکروم کربن بالا و اساس تولید آن

تعریف کلی از فروآلیاژ



محتوای فروگروم کربن بالا



انواع معمول محصولات برای فروکروم با کربن بالا

فروکروم پر کربن مشخصات واحدی ندارد

فروکروم پر کربن از نظر تاریخی



دو دسته مشخصات گسترده وجود دارد

TABLE 9.1 Typical High Carbon Ferrochrome Specifications

Alloy Type	Elements				
	Cr	Si	C	P	S
High Carbon Ferrochrome	60–70	<2	<8	<0.015	<0.02
		2–3	<6	<0.03	<0.04
				<0.05	<0.06
Charge Chrome	50–55	2–3	<8	<0.015	<0.02
		3–4		<0.03	<0.04
		4–5		<0.05	<0.06

تأسیسات تولیدی

TABLE 9.2 High Carbon Ferrochrome Production 2001–2010 (gross weight—metric tons)

Country	S	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Finland	p	236 710	248 180	250 490	264 492	234 881	243 350	241 760	233 550	123 310	238 195
Norway	p	82 600	61 100	—	—	—	—	—	—	—	—
Spain	p	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sweden	p	109 198	118 823	110 529	128 191	127 451	136 374	124 403	117 053	31 345	70 576
Turkey	p	41 480	—	24 603	24 956	15 500	55 900	58 846	66 492	36 263	50 878
Total W. Europe		469 988	428 103	385 622	417 639	377 832	435 624	425 009	417 095	190 918	359 649
Albania (e)	o	19 500	22 800	37 800	34 650	34 000	17 040	—	8 390	6 470	22 556
Croatia	p	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kazakhstan	p	526 985	629 907	755 146	819 511	907 670	928 177	1 070 000	955 202	938 675	1 073 237
Russia	p	38 099	26 393	76 230	147 164	295 000	304 312	345 092	261 808	135 770	241 080
Slovakia	p	5 371	4 869	1 901	1 712	867	19	—	—	—	—
Total E. Europe		589 955	683 969	871 077	1 003 037	1 237 537	1 249 548	1 415 092	1 225 400	1 080 915	1 336 873
S. Africa	p	1 939 584	2 288 652	2 721 630	2 960 258	2 505 611	2 818 400	3 535 871	3 238 985	2 316 754	3 663 275
Zimbabwe	p	276 963	289 998	261 095	218 065	257 271	213 512	200 833	151 729	73 600	156 118

TABLE 9.2 High Carbon Ferrochrome Production 2001–2010 (gross weight—metric tons)—cont'd

Country	S	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total Africa		2 216 547	2 578 650	2 982 725	3 178 323	2 762 882	3 031 912	3 736 704	3 390 714	2 390 354	3 819 393
Brazil	p	97 245	149 135	185 592	185 572	170 103	140 886	164 486	186 676	101 780	165 963
Total Americas		97 245	149 135	185 592	185 572	170 103	140 886	164 486	186 676	101 780	165 963
China	o	261 621	231 305	423 324	532 000	680 000	858 000	1 060 200	1 283 700	1 510 000	2 212 000
India	p	267 350	311 918	468 677	527 100	611 373	634 200	820 000	750 000	670 000	1 006 000
Iran (e)	o	8 430	15 000	17 000	17 000	17 000	17 000	17 000	10 000	9 000	3 389
Japan	o	104 300	87 700	6 600	5 700	1 900	3 500	300	—	—	—
Total Asia/M. East		641 701	645 923	915 601	1 081 800	1 310 273	1 512 700	1 897 500	2 043 700	2 189 000	3 221 389
Grand Total		4 015 436	4 485 780	5 340 617	5 866 371	5 858 627	6 370 670	7 638 791	7 263 585	5 952 967	8 903 267

S = sources; p = producers; o = industry organizations, others; — = no production; (e) = estimate.
Source: International Chromium Development Association (ICDA).

مواد اولیه فروکروم با کربن بالا

ذخایر سنگ معدن کرومیت

ترکیب سنگ معدن

برای تولید فروکروم با کربن بالا

توزيع معمول توليد سنگ معدن کروميت

TABLE 9.3 Chromite Ore and Concentrate Production 2001–2010 (gross weight—metric tons)—cont'd

Country	S	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Total Americas		444 423	300 834	538 240	665 242	631 263	609 192	625 627	753 326	725 681	762 000
Australia	p	11 800	132 665	138 826	265 987	241 865	260 112	253 400	224 809	131 941	186 917
China (e)	o	184 500	164 200	197 800	230 000	202 000	220 000	220 000	220 000	280 000	280 000
India	p	1 677 924	2 698 577	2 210 000	2 948 944	3 255 162	3 600 400	3 320 000	3 760 000	3 760 000	3 800 000
Pakistan	p	64 000	62 005	98 235	129 500	148 432	199 000	323 100	320 000	275 000	567 500
Philippines (e)	p	26 932	23 703	12 967	70 001	72 025	85 151	221 481	345 725	88 234	161 271
Vietnam (e)	o	105 026	113 957	143 518	194 909	78 915	73 037	103 828	55 885	37 105	58 675
Total Asia & Austral.		2 070 182	3 195 107	2 801 346	3 839 341	3 998 399	4 437 700	4 441 809	4 926 419	4 572 280	5 054 363
Iran (e)	o	104 905	80 000	120 000	183 171	223 623	244 603	185 758	188 032	255 129	350 537
Oman (e)	o	30 150	27 444	13 000	26 600	72 537	76 716	355 547	908 502	680 216	956 870
U.A.E. (e)	o	10 000	—	—	7 089	—	—	13 066	34 355	6 490	40 484
Total Mid. East		145 055	107 444	133 000	216 860	296 160	321 319	554 371	1 130 889	941 835	1 347 891
Grand Total		12 276 091	14 111 402	15 132 163	17 610 466	19 055 336	19 334 412	22 396 460	23 942 312	19 281 625	24 051 806
End Uses*		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Metallurgical		10 768 124	12 688 135	13 825 672	16 261 958	17 833 420	18 324 097	21 476 787	22 565 916	18 307 558	22 837 358
Refractory		162 472	127 861	118 143	101 012	206 992	198 423	142 729	178 869	198 863	139 314
Chemical		1 000 390	863 645	768 027	752 735	510 788	454 856	327 642	530 960	323 397	463 179
Foundry Sands		345 105	431 761	420 321	494 761	504 136	357 036	449 302	666 567	451 807	611 955
TOTAL		12 276 091	14 111 402	15 132 163	17 610 466	19 055 336	19 334 412	22 396 460	23 942 312	19 281 625	24 051 806

S = sources; p = producers; o = industry organizations, others; — = no production; (e) = estimate; (r) = revised. Excludes production of concentrate derived from SA UG2.

*Production figures assumed 100% metallurgical when breakdown not available.

Source: International Chromium Development Association (ICDA).

احیا کننده ها برای احیای اجزای قابل احیا در سنگ معدن کرومیت

احیا کننده ها برای تولید فروکروم کربن بالا معمولاً از یک جز یا ترکیب

بازده الکتریکی

بازده متالورژی

TABLE 9.4 Typical Mass and Energy Balance for a HCFcCr Furnace

Mass and Energy Balance for Large Closed Furnace with Preheating											
Furnace power				56 MW							
Preheated feed temperature				492°C							
	Cr	Fe	C	Si	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	Cr/Fe	T°C	Flow, t/h
Feed											
Pellets	30.43	19.13	0.00		3.97	10.60	13.03	0.47	1.59	492	26.86
Lump ore	24.41	13.73	0.77		11.17	16.10	11.60	1.20	1.78	492	15.11
Coke		0.65	87.30		6.27	0.10	3.07	0.33		492	8.64
Quartzite					95.33	0.37	0.83	0.33		492	5.54
Products											
Alloy	53.61	34.86	7.10	3.91					1.54	1580	18.40
Slag	8.81	3.83	0.72		31.33	23.66	24.92	1.58	2.30	1680	22.20
Dust	7.98	6.55	17.24		26.95	17.87	6.24	0.80	1.22	900	0.22
Gas phase				CO	CO ₂	H ₂	H ₂ O	N ₂	O ₂	T°C	Flow, Nm ³ /h
Furnace gas				84.82	6.01	5.96	0.40	2.81	0.00	900	12 654
Burner				83.45	5.91	5.87	2.00	2.77	0.00	45	3 215
Balance				83.45	5.91	5.87	2.00	2.77	0.00	45	9 646
Total furnace feed			469 700 tpa			Slag/alloy			1.21		
Total slag production			187 800 tpa			Total dust production			1 900 tpa		
Total alloy production			155 400 tpa			Paste consumption			1 173 tpa		
Cr recovery to alloy			84%			Specific energy consumption			3 070 kWh/t		

موارد استفاده و کاربردهای فروکروم کربن بالا

روش‌های مختلف فناوری برای تولید فروکروم با کربن بالا

TABLE 9.5 Comparative Results for Different HCFcCr Process Routes

Type of Furnace	Metallurgical Efficiency (%Cr Recovery)	Specific Energy Consumption (kWh/t)	Economy of Scale (maximum size of single furnace/output from single furnace)	Occupational Health Indicator (indexed Cr ⁶⁺ generation)
Open AC furnace (without raw material screening)	70–75	4300	30 MVA/50 ktpa	10
Closed AC furnace (with pelletized feed and preheating)	83–88	3200	135 MVA/240 ktpa	1
Prereduction followed by closed AC furnace	88–92	2400*	66 MVA/160 ktpa	1
Closed DC arc furnace	88–92	4200	60 MW/110 ktpa	1

*Only electrical energy in the furnace; excludes fuel energy associated with prereduction kiln.

بازیافت کروم به آلیاژ

تا حدود ۹۰٪

تا حدود ۸۵٪

کمتر از ۸۰٪

کارایی متالورژی

سنگ معدن ریز

قابل انعطاف

مقاومت فیزیکی

کیفیت مواد خوراکی

جلوگیری از اثر نامطلوب این دانه‌های ریز در کوره

اتصال دهنده

بریکتینگ

متداول ترین

تراکم

بهره‌وری انرژی الکتریکی

بهینه

کوره‌های باز

احیای اولیه

پیش‌گرمایش

صرفه اقتصادی

افزایش اندازه کوره

جایگزین

کوره قوسی غوطه ور
AC

سرمایه گذاری هنگفت

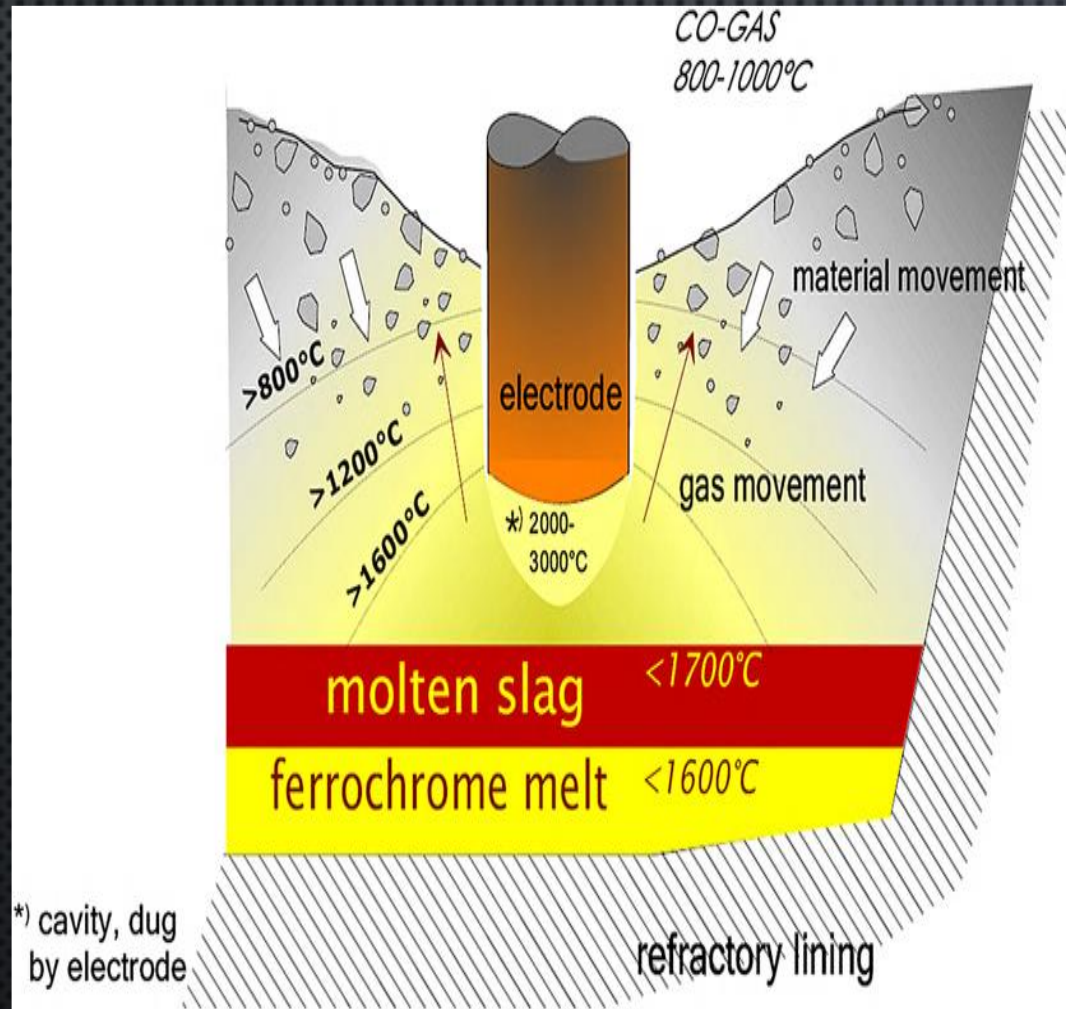
مزایای بهره
وری

یک مجموعه

طرح ساده یک
کوره

تفاوت قابل
توجه

اصول و پارامترهای طراحی کوره در تمام کوره های فروآلیاژ



نمای شماتیک معمولی کوره قوس غوطه ور

قطر و ارتفاع کوره

قطر الکترود

فاصله الکترود

قدرت عملیاتی کوره

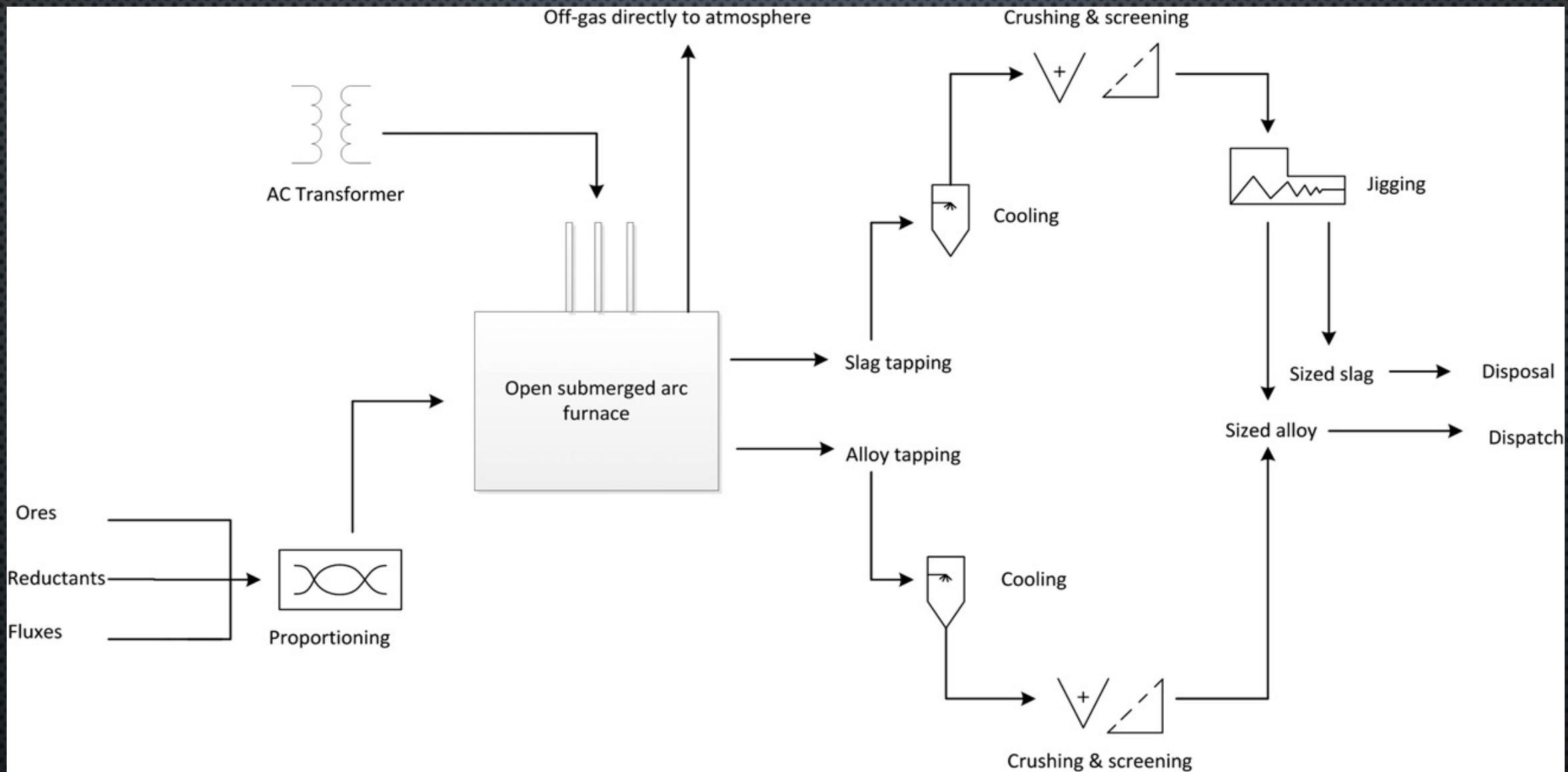
کوره های قوس الکتریکی غوطه ور باز / نیمه بسته

مزایای عملکرد

بازده حرارتی و
متالورژی کمتر

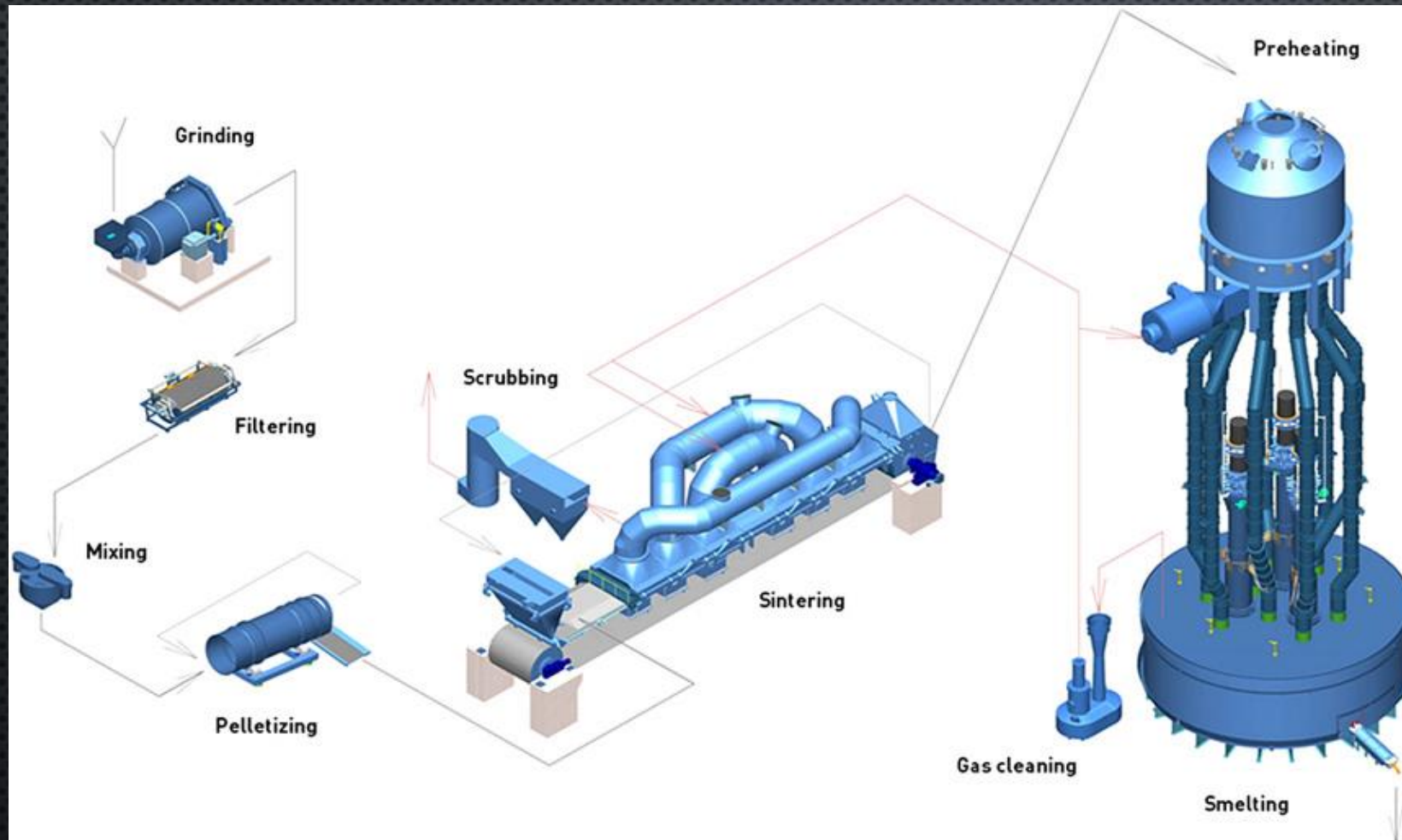
مهمترین مشخصه

متداول ترین



نمودار جریان معمولی برای فرآیند تولید در کوره های قوس الکتریکی غوطه ور باز

کوره های AC قوس غوطه ور بسته



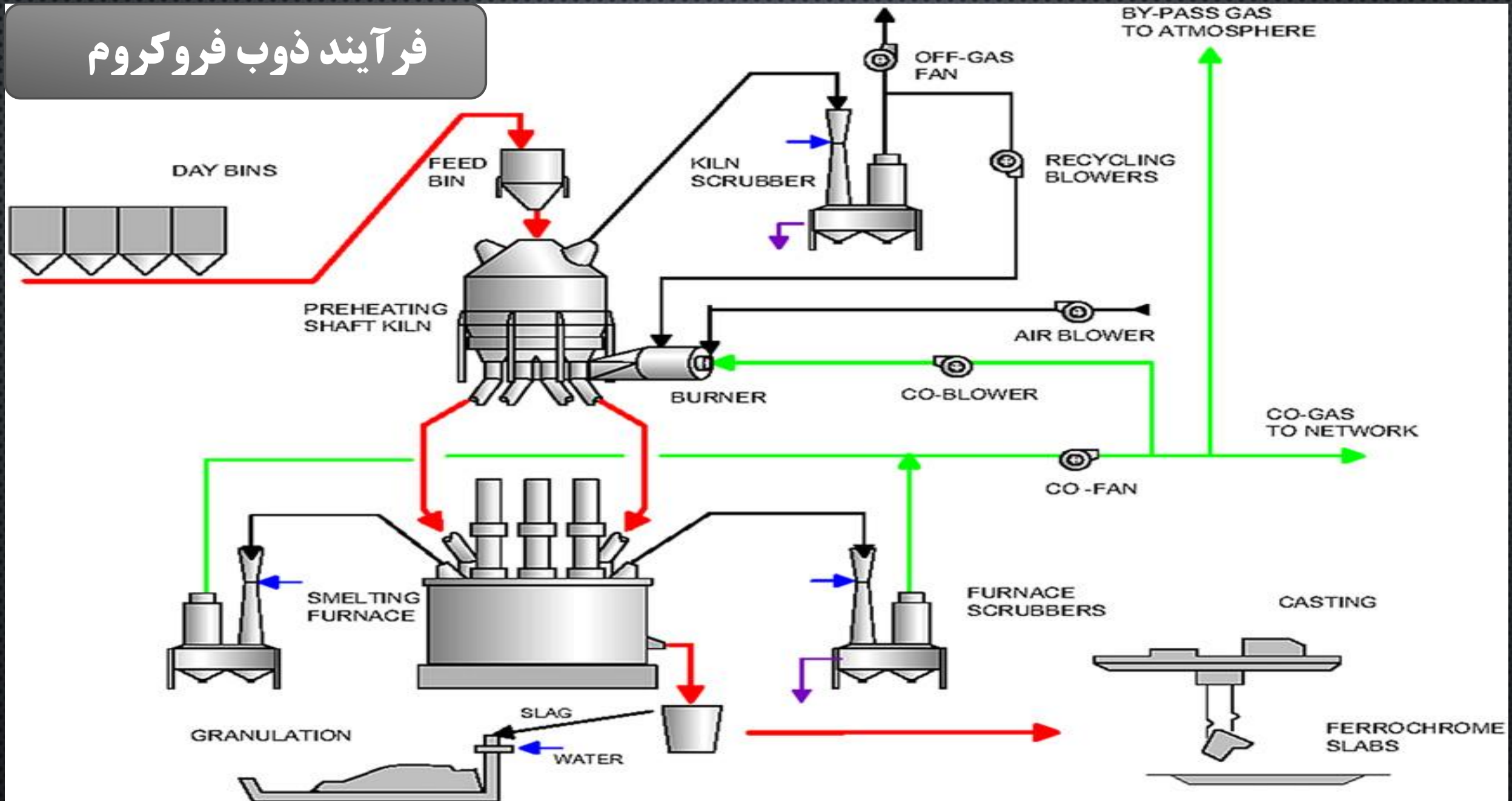
عموماً بزرگتر

مزایا

نمونه مناسب

تمام اصول

فرآیند ذوب فروکروم



پیش گرم کردن

باعث

هدف

مصرف انرژی خاص در کوره ذوب به کیفیت مواد اولیه بستگی دارد

سنگ معدن خردشده

گلوله های خوب و متخلخل

بهره وری عملیاتی بالا

افزایش مقدار دانه های
ریز و گرد و غبار

گاز CO در کوره

اهداف گرمایش

دستگاه تصفیه

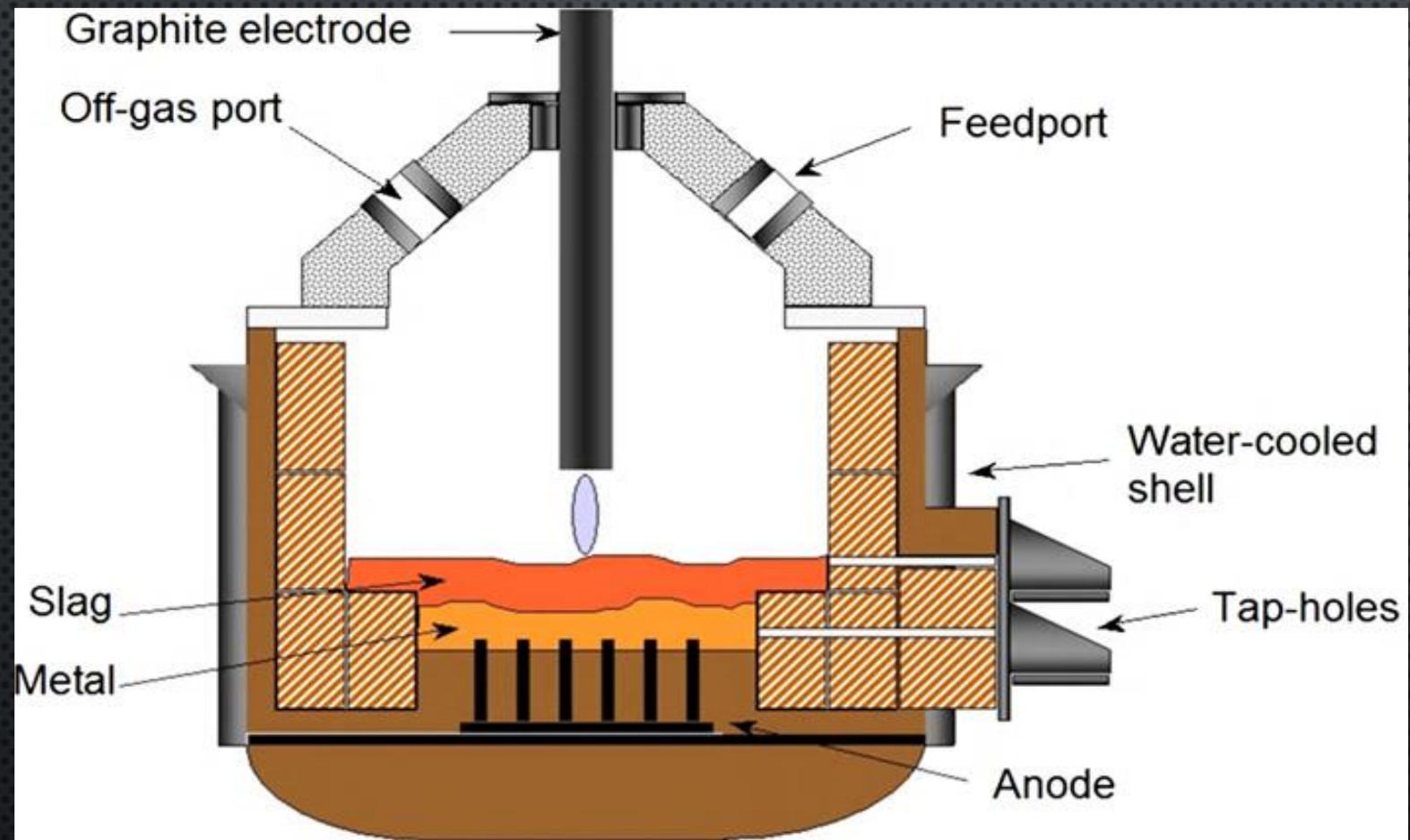
پیش احیا و ذوب در کوره AC قوس الکتریکی غوطه ور شده

Showa Denko

حالت جامد

موفق ترین فرآیند

کوره های قوس باز DC

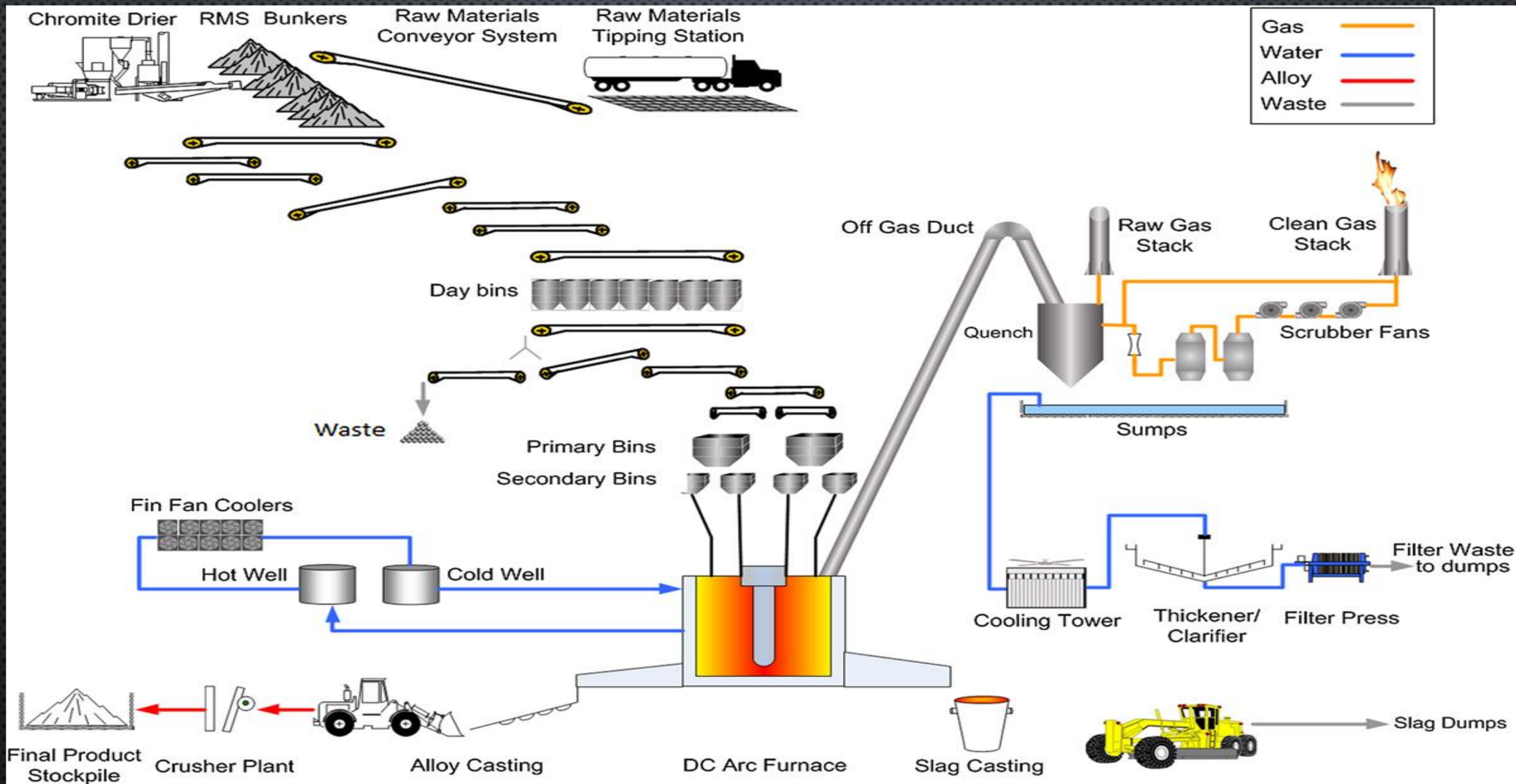


ماهیت باز بودن

مزایای کوره

تصفیه‌ی گاز

روزهای اولیه



نمودار جریان معمولی برای فرآیند تولید در کوره های قوس باز DC

تخلیه آلیاژ و سرباره

گیرافتادن مواد اولیه

ویسکوزیته سرباره

شیر منفرد

متداول ترین روش تخلیه



انواع اصلی محصولات

متداول ترین نوع محصول

محصول جایگزین

جایابی سرباره و بکارگیری آن

متداول ترین روش

محتوای آلیاژ در سرباره

متداول ترین روند بازیابی
سرباره

کاربردهای مفید برای سرباره

اثرات زیست محیطی تولید فروکروم کربن بالا



تمرکز اصلی

کاهش تولید دی اکسید کربن

تصفیه کننده ها از نوع ونتوری

کارخانه های فیلتر کیسه ای

سیستم های تصفیه ی گاز

کروم شش ظرفیتی