

M. M. MAHATO*, M. K. AGRAWAL**, S. N. SINHA**

OPTIMISATION OF SLAG CHEMISTRY TO IMPROVE THE PROCESS INDICES OF MINI BLAST FURNACE

The entire life of a Blast furnace operator is spent to achieve the following aims:

- To increase the productivity of Blast Furnace as high as possible.
- To decrease the coke rate as low as possible to produce unit ton of hot metal.
- To produce the hot metal of superior quality with particular reference to Sulphur & Silicon.
- To keep the production cost as low as possible.

The process indices of Mini Blast Furnace are similar to that of a conventional blast furnace. But, conventional blast furnace is capital intensive, solely dependent on good quality metallurgical coke, the gestation period is longer, and requires elaborate burden preparation. There is huge gap between demand and supply of steel in India. Also, India is dreaming to become developed nation by 2020. In such situations, the role of Mini Blast Furnace becomes very important.

The slag chemistry is an important parameter to improve the process indices of MBF. The slag chemistry includes its chemical composition, liquidus temperature, fluidity, Sulphide capacity etc, which has an important bearing on the smooth & efficient operation of the MBF.

The present investigation has been carried out at Tayo Rolls Limited, Jamshedpur. It has one MBF of 64m³ working volume and it produces 120T hot metal per day. In the present investigation, slag chemistry has been studied to control the sulphur & silicon in the hot metal. Slag samples were collected & analyzed with respect to Al₂O₃, SiO₂, CaO, MgO & FeO content. The respective hot metal analysis was also observed & a correlation has been developed between sulphur in hot metal and other parameters mentioned above.

Sulphur and silicon level in hot metal have been aimed at 0.020 to 0.040 % and 0.095 to 1.80 % respectively. To achieve this, numbers of process optimisation measures have been undertaken. A few key parameters like liquidus temperature, basicity, Slag chemistry and Al₂O₃ in slag have been identified, which controls production of low sulphur & low silicon in hot metal to produce superior quality of pig iron.

Indian raw materials such as iron ore with high alumina content & coal with relatively high ash content pose great obstacles in lowering slag rate. In order to limit alumina concentration in slag below 20 %, the slag rate increases due to use of silica and lime sources. Hence, reduction of slag rate could be one of the means to achieve higher blast furnace productivity. Reduction of coke ash is one of the enabler for slag rate reduction.

At high alumina level, both viscosity and liquidus temperature of slag tends to rise adversely. It can be observed that by maintaining higher slag basicity and MgO level, slag of favourable viscosity can be produced. However, liquidus temperature increases at higher basicity. This can be overcome by maintaining higher hot metal temperature & hence slag temperature.

Key words: Optimization, Mini Blast Furnace, Slag Chemistry, Process Indices.

1. Introduction. The sulfur content of pig iron is an important parameter in the evaluation of the quality of the pig iron as produced in the blast furnace process. Slag basicity and volume and the temperature and silicon content of the pig iron highly influence the sulfur content, and are, therefore, controlled during blast furnace operation. Though many studies have been performed concerning the optimum slag and pig iron quality, no explanation could be found why some of the blast furnaces produced pig iron with a considerably lower sulfur content, than what would be expected on the basis of their slag volume and composition, and why the produced sulfur content of the blast furnace did not always meet the expected compositions. To get a better understanding of the fundamentals of the sulfur distribution a Ph.D. project was started, which is sponsored by Tayo rolls limited,

formerly known as Tata Yodogawa Limited. This research project started in May 2005.

High Alumina slags have high melting points and high viscosities. Therefore, to maintain adequate fluidity in the slag, a high degree of superheat is to be maintained in the hearth resulting in high silicon hot metal, high coke rate and lower productivity in order to improve process indices of Mini Blast Furnace, one of the important measures is to optimize the slag chemistry with respect to its melting characteristics and fluidity, at the same time ensuring that the slag has an adequate desulphurization and alkali removal capacity.

The optimization of slag characteristics can be undertaken by understanding the effect of different factors like Al₂O₃, CaO/SiO₂, and MgO on the liquidus temperature. Viscosity, desulphurization and alkali removal capacity.

Impact of key parameters on hot metal Sulphur at Tayo Mini Blast Furnace:

Period of Investigation August-08 to October -08.

Day's average of parameters considered.

Data Stratified with respect to Sulphur above 0.040 % and below 0.040 %.

Key Parameters	% Sulphur < 0.040	% Sulphur > 0.040
% Sulphur	0.038 %	0.053 %
Slag Basicity	0.95	0.90
% MgO in Slag	10.10 %	11.40 %
% Al ₂ O ₃ in Slag	17.45 %	17.94 %
% FeO in Slag	01.96 %	02.16 %
Hot Blast Temp °C	647 °C	677 °C
Coke Rate Kg/THM	632	658
Coke Micum (M-10)	8.53	8.45



Fig. 1. Mini Blast Furnace

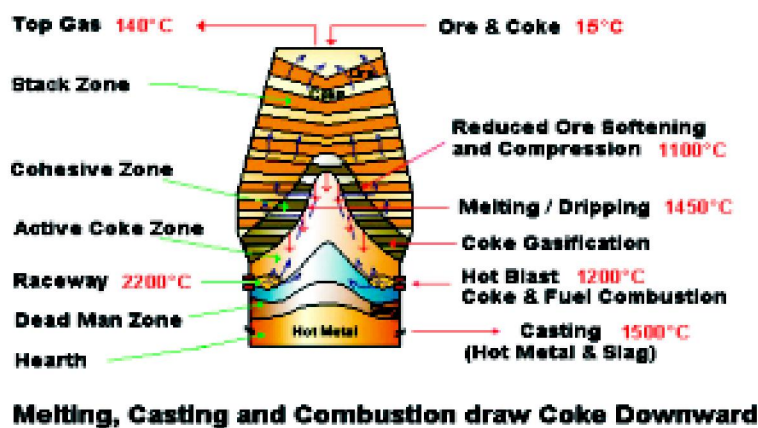


Fig. 2

2. Theory. For better desulphurization the following key parameters need to be controlled, slag basicity, Liquidus temperature, %MgO in slag, % Al₂O₃ in slag. And hot blast temperature.

Liquidus Temperature of slag system CaO-SiO₂-MgO-Al₂O₃ system was measured. Alumina was varied between 14-22% MgO between 2 and 10 % and CaO/SiO₂ ratio between 0.85 and 1.25, Liquidus measurement were performed over a wide temperature range. The compositions of slags were determined by the chemical analysis of the post measurement of slags. Some of the experiments were repeated with new slag samples to ascertain the reproducibility of results. In order to ascertain the reliability of data produced in the present work , a comparison between reported data and data of the present investigation for CaO-SiO₂- MgO-AlO₂, slag system was made, it is seen that result of present work are close agreement with the reported work.

3. Results and discussion. The present investigation has been carried out at Tayo Rolls Limited, Jamshedpur. It has one MBF of 64 m³ working volume and it produces 120T hot metal per day. In the present investigation, slag chemistry has been studied to control the sulphur & silicon in the hot metal. Slag samples were collected & analyzed with respect to Al₂O₃, SiO₂, CaO, MgO & FeO content. The respective hot metal analysis was also observed & a correlation has been developed between sulphur in hot metal and other parameters mentioned above.

Sulphur and silicon level in hot metal have been aimed at 0.020 % to 0.040 % and 0.095 % to 1.80 % respectively. To achieve this, numbers of process optimization measures have been undertaken. A few key parameters like liquidus temperature, basicity, Slag chemistry and Al₂O₃ in slag have been identified, which controls production of low sulphur & low silicon in hot metal to produce superior (SG) quality of pig iron.

Table 1. Shows the key parameters in Mini blast furnace on daily basis

Description/UOM	01-Jul-08	02-Jul-08	03-Jul-08	04-Jul-08	05-Jul-08	06-Jul
1	2	3	4	5	6	7
-08Hot Metal Production Tons/ Day	115	110	109	40	110	125
Cumulative Production	115	225	334	374	484	609
Coke Rate Net Kg/THM (DRY)	617	627	646	757	632	658
Coke Rate (Gross) Kg/THM (Including Fines & Moisture)	898	904	936	1087	947	966
Coke Moisture Imp (%)	16.20%	15.40%	15.50%	12.80%	16.06%	11.80%
Coke Moisture TISCO (%)		15.30%	16.10%	13.00%	17.20%	17.80%
Coke Fines (Imp) (%)	18%	18%	20%	20%	20%	20%
Coke Fines (TISCO) (%)		18%	20%	20%	20%	20%
Iron Ore Fines (%)	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Fe/C	1.75	1.72	1.68	1.43	1.70	1.65
Iron Ore/Coke	2.37	2.33	2.27	1.94	2.29	2.23
No of Charges (A / B / C)	44 / 43 / 42	42 / 41 / 43	42 / 41 / 43	22 / 0 / 33	40 / 38 / 42	50/56/54
Hot Metal Analysis (%)						
C	4.097	4.202	4.026	4.142	4.205	4.121
Si	1.393	1.193	1.148	1.778	2.296	1.273
S	0.088	0.082	0.096	0.054	0.029	0.101
Mn	0.391	0.445	0.365	0.450	0.429	0.350
P	0.128	0.136	0.180	0.170	0.129	0.157
Raw Material Cons.						
Iron Ore (Tons/Day)	173.69	166.11	165.07	60.62	164.29	188.97
Iron Ore Fines(Tons/Day)	13.07	12.50	12.42	4.56	12.37	14.22
Gross Consumption (Tons)	186.76	178.61	177.49	65.18	176.66	203.19
Coke Imp (Tons/Day)	85.63	69.40	42.26	17.60	42.09	49.62
Gross Coke (Imp, Tons)	104.43	84.63	51.54	22.00	52.61	62.03
TISCO Nut Coke (Tons/Day)		13.00	42.26	17.60	42.09	48.00
TS Nut Coke Gross (Tons/Day)	0.00	15.85	51.54	22.00	52.61	60.00
Coke Fines (Tons/Day)	18.80	18.09	18.56	8.80	21.04	24.41
Lime Stone (Tons/Day)	18.68	19.45	19.85	9.19	17.55	23.53
Pyroxenite (Tons/Day)	10.19	10.23	10.26	4.49	9.56	13.56
Manganese (Tons/Day)	1.61	1.58	1.59	0.73	1.51	2.05

Continuation of table 1

1	2	3	4	5	6	7
Iron Ore On Date Stock	1453.85	1275.24	4493.57	4428.39	4251.73	4048.55
LA Imp Coke Stock	5238.76	5154.13	5725.74	5703.75	5651.14	5589.11
Nut Coke (TISCO) Stock	200.00	184.15	132.61	150.61	98.00	38.00
Slag Basicity CaO/SiO ₂	1.04	1.06	0.94	1.03	1.05	1.03
Slag Rate KG/THM	285	298	310	364	296	302
Slag Analysis (%)						
SiO ₂	32.55	32.70	33.40	33.30-	33.00	33.20
Al ₂ O ₃	17.20	17.94	17.78	17.54	17.42	16.95
CaO	33.75	34.80	31.50	33.77	34.60	34.30
MgO	11.05	10.60	11.40	10.70	10.00	10.90
FeO	02.00	01.96	01.00	01.92	01.96	02.16
Blast Volume Nm ³ /Hr	11273	11111	11028	10583	11031	12718
Hot Blast Temp ^o C	677	665	665	594	647	675
Hot Blast Pr Kg/cm ²	0.650	0.671	0.110	0.647	0.702	0.758
Top Pressure Kg/cm ²	0.252	0.251	0.269	0.282	0.267	0.269
Uptake Temperature °C	125	133	128	181	182	125
No. Of Taps/Day	10	11	11	5	12	12
Tap Hole Length (mm)	850	850	850	850	850	850
Stove-I Dome / Chimney Avg HBT	741/241678	732/227666	722/217666	694/191595	713/204648	724/211676
Stove-II Dome / Chimney Avg HBT	974/145677	969/150665	971/134665	964/134594	975/142649	979/154 675
Stove-III Dome / Chimney Avg HBT	909/288676	913/258664	904/236664	913/167593	965/194644	970/203674
Liquid Metal to Melting	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Cumulative	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DG Running Hrs (Hrs:min)	00:54	00:00	00:00	05:03	00:00	00:00
HSD Consumption (Litre)	205	5	10	745	10	15
Power (KWH / THM)	146	160	161	166	162	176
Make up Water (KL)	0	1	0	2	3	2
Water Hardness (ppm)	102	110	126		150	150
Daily Off blast (hh:mm)	00:00	00:00	00:30	09:50	00:00	00:00
Cumulative Off blast (hh:mm)	00:00	00:00	00:30	10:20	10:20	10:20

From the above table we can co-relate the hot metal analysis with slag. Analysis. We also know the Coke rate (Kg/Ton), slag basicity and slag rate. simmilar table was made for whole year 2007-08, 2008-09 for detail analysis.

Table 2. Gives the variation of liquidus temperature of BF Slag with respect to CaO at different Al₂O₃ and different MgO

Liquidus temperatures of BF Slags

Al ₂ O ₃	CaO	Mgo									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	28	0	0	0	0	0	0	1284	1312	1368	1422
14	30	0	0	0	1246	1254	1288	1306	1340	1406	1452
14	32	0	1284	1260	1249	1279	1315	1338	1379	1423	1467
14	34	1324	1302	1277	1280	1316	1352	1377	1401	1441	1486
14	36	1331	1311	1301	1320	1362	1381	1403	1428	1466	1508
14	38	1338	1315	1319	1359	1404	1414	1426	1461	1494	0
14	40	1343	1329	1363	1401	1429	1436	1455	1492	0	0
14	42	1346	1361	1402	1425	1445	1467	1488	0	0	0
14	44	1359	1395	1434	1466	1484	1504	0	0	0	0
14	46	1403	1436	1460	1511	0	0	0	0	0	0
14	48	1487	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Continuation of table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	28	0	0	0	0	0	0	1294	1323	1390	0
15	30	0	0	0	0	1256	1290	1315	1360	1423	0
15	32	0	0	0	0	1280	1322	1353	1393	1439	0
15	34	0	0	0	0	1325	1361	1389	1414	1456	0
15	36	0	1302	1299	1329	1375	1392	1414	1437	1478	0
15	38	1327	1311	1330	1376	1416	1424	1429	1470	1510	0
15	40	1335	1336	1386	1416	1434	1437	1458	1510	0	0
15	42	1348	1384	1418	1435	1446	1465	1496	0	0	0
15	44	1378	1414	1444	1472	1516	1545	1564	0	0	0
15	46	1425	1449	1522	1512	1620	0	0	0	0	0
15	48	1508	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	28	0	0	0	0	0	1274	1317	1351	1424	0
16	30	0	0	0	0	1265	1296	1339	1391	1448	0
16	32	0	0	0	0	1290	1332	1379	1417	1460	0
16	34	0	0	0	1303	1337	1374	1409	1437	1476	0
16	36	0	1298	1309	1343	1388	1406	1430	1455	1503	0
16	38	1322	1321	1348	1396	1425	1424	1442	1485	1530	0
16	40	1338	1357	1408	1429	1440	1443	1467	1518	0	0
16	42	1363	1409	1433	1448	1459	1475	1505	0	0	0
16	44	1404	1436	1466	1492	1502	1514	1542	0	0	0
16	46	1456	1483	0	1542	0	0	0	0	0	0
16	48	1529	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	28	0	0	0	0	0	1281	1342	1384	1454	0
17	30	0	0	0	0	1272	1302	1364	1419	1470	0
17	32	0	0	0	0	1297	1340	1401	1440	1483	0
17	34	0	0	0	1315	1350	1390	1427	1457	1492	0
17	36	1313	1292	1324	1359	1398	1420	1441	1472	1531	0
17	38	1316	1339	1372	1410	1431	1439	1453	1492	1569	0
17	40	1344	1382	1423	1442	1447	1449	1472	1526	0	0
17	42	1389	1429	1451	1464	1472	1508	1502	0	0	0
17	44	1435	1463	1490	1491	1504	0	0	0	0	0
17	46	1486	1516	0	0	0	0	0	0	0	0
17	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	28	0	0	0	0	1276	1288	1365	1417	1478	0
18	30	0	0	0	0	1279	1311	1389	1443	1492	0
18	32	0	0	0	0	1308	1352	1420	1461	1503	0
18	34	0	0	1287	1329	1362	1402	1443	1474	1510	0
18	36	1308	1298	1343	1376	1409	1431	1452	1484	1520	0
18	38	1317	1357	1397	1423	1437	1442	1460	1500	0	0
18	40	1361	1409	1438	1453	1452	1452	1473	0	0	0
18	42	1416	1450	1467	1473	1476	1473	1499	0	0	0
18	44	1362	1484	1505	1486	1510	0	0	0	0	0
18	46	1506	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	28	0	0	0	0	1283	1295	1387	1447	1502	0
19	30	0	0	0	0	1285	1319	1413	1466	1514	0
19	32	0	0	0	0	1321	1369	1439	1482	1520	0
19	34	0	0	1302	1345	1375	1416	1457	1489	1525	0
19	36	1302	1314	1364	1393	1418	1439	1462	1490	0	0
19	38	1323	1379	1417	1437	1444	1446	1463	0	0	0
19	40	1384	1433	1454	1465	1457	1452	1469	0	0	0
19	42	1443	1375	1484	1479	0	0	0	0	0	0
19	44	1487	1503	0	0	0	0	0	0	0	0
19	46	1518	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	28	0	0	0	0	1296	1319	1414	0	0	0
20	30	0	0	0	0	1304	1347	1437	0	0	0

The ending of table 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	32	0	0	0	1313	1343	1398	1459	0	0	0
20	34	0	1298	1322	1362	1394	1436	1471	0	0	0
20	36	1306	1340	1385	1412	1429	1450	1474	0	0	0
20	38	1342	1404	1434	1451	1452	1454	1471	0	0	0
20	40	1411	1453	1468	1472	1460	1452	1471	0	0	0
20	42	1468	1492	1496	1482	1468	1471	0	0	0	0
20	44	1506	1517	1508	1495	1511	1523	0	0	0	0
20	46	1528	1538	1535	1572	1580	0	0	0	0	0
20	48	1546	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	28	0	0	0	0	1316	1357	1442	0	0	0
21	30	0	0	0	0	1330	1386	1462	0	0	0
21	32	0	0	0	1331	1375	1433	1481	0	0	0
21	34	0	1305	1346	1380	1413	1456	1488	0	0	0
21	36	1319	1367	1403	1428	1441	1465	1486	0	0	0
21	38	1366	1422	1450	1459	1461	1463	1481	0	0	0
21	40	1438	1467	1481	1478	1464	1459	1488	0	0	0
21	42	1487	1505	1503	1486	1473	1478	0	0	0	0
21	44	1521	1530	1515	1508	1511	1516	0	0	0	0
21	46	1541	1552	1549	1568	1566	0	0	0	0	0
21	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

However in actual practice under Tayo Rolls Conditions, alumina is not really a fixed value but varies in the range of 17-22 per cent. With increasing level of alumina, the liquidus temperature increases.

4. Conclusions. Based on analysis of Liquidus temperature of slag as well as viscosity, desulphurization capacity and alkali removal capacity, Optimum Slag Chemistry under condition prevailing in Tayo Rolls Limited. Jamshedpur. India.

Al_2O_3 = 17-23 %

MgO = 8-10%

CaO/SiO₂ = 0.95 – 1.05%

Temperature => 1450 °C

Industrial Benefits:

- Mini Blast Furnace is easy to install.
- Capital investment is low.
- It is an economical process because maintenance cost is low.

– Pig Iron is one of the Basic raw materials required by Foundry & Casting Industries for manufacturing of various types of castings for engineering sector.

– Academic Benefits:

– Basic process of Pig Iron manufacturing in MBF is similar to large scale integrated industries.

5. Acknowledgements. We are grateful to TAYO Rolls Limited, Jamshedpur, India for sponsoring me for Ph.D & providing us to perform this research. I also thank Mr. M.K. Agarwal & Professor Dr.S.N.Sinha of N.I.T. Jamshedpur for guiding me.

REFERENCES

Blast furnace phenomena and Modeling-Committee on reaction within Blast furnace, Joint society on Iron and Steel basic research, Iron Steel Institute of Japan.

Iron making and Steelmaking Theory and practice – Ahindra Ghosh, Amit Chatterjee.

International Iron making conference – 2007.

Iron Making 91, Blast furnace operation, The Mini Blast Furnace-H.G.Pfeifer, page, 135-138.

Blast Furnace Iron Making Dr.S.S.Gupta & Dr.Amit Chatterjee.

6th IAS Iron making Conference, 2007, Rosario, Argentina.

Резюме

Домна пеші операторының жалпы жұмыс көлемі мынадай мақсаттарға қол жеткізу үшін жұмсалады:

- Домна пешінің жоғары өнімділігін барынша арттыру.
- Сұйық металл тоннасын өндіру үшін кокстың шығынын азайту.
- Ерекше күкірт пен кремнийге бағытталған жоғары сапалы сұйық металл өндіру.
- Шама келгенше өндірістік шығынды төмендетуге қолдау көрсету.

Шағын домна пешінің өндірістік үдерістерінің көрсеткіштері әдеттегі домна пештерінің көрсеткіштеріне ұқсас. Бірақ әдеттегі домна пештері көп шығынды қажет етеді, атап айтқанда: металлургиялық кокстың тек өте жақсы сапасына тәуелді, пісіп жетілу кезеңі ұзақ және шихтаның ұқыпты дайындығын қажет етеді. Үндістанға болатты жеткізіп әкелу мен сұранысы арасында үлкен алпақтық бар. Сондай-ақ Үндістан 2020 жылға дейін өндірісі дамыған ел болуды арман етеді. Мұндай жағдайда шағын домна пешінің (ШДП) рөлі өте маңызды.

Кож химиясы ШДП өндірістік көрсеткішін жақсарту үшін маңызды параметр болып саналады. Кож химиясы оның химиялық құрамын құрайды, мысалы, ликвидус температурасы, аққыштық, сульфидтің шығуы, т.с.с. бұлар ШДП апатсыз және нәтижелі жұмыс істеуіне маңызды қатынасы бар.

Бұл зерттеу жұмыстар Джамшедпур қаласындағы жауапкершілігі шектеулі Тэйо Рэулз компаниясында орындалды. Бұл серіктестікте жұмыс көлемі 64 м³ бір ШДП бар және ол күніне 120 тонна сұйық металл өндіреді. Бұл зерттеу жұмысында кож химиясы сұйық металдардың құрамындағы күкірт пен кремний бақылау үшін зерттелді. Кож үлгілері жиналып, Al₂O₃, SiO₂, CaO, MgO және FeO мөлшері бойынша талданды. Сондай-ақ сұйық металдың тиісті талдауы жүргізілді және сұйық металдағы күкірт пен жоғарыда аталған басқа металдар параметрімен үйлесімділігі зерттелді.

Сұйық металдағы күкірт пен кремнийдің дәрежесі 0,020%-дан 0,40%-ға дейін және тиісінше 0,095%-дан 1,80%-ға дейін бағытталған. Мұндай көрсеткіштерге қол жеткізу үшін үдерісті оңтайландырудың кейбір шаралары қарастырылған. Мысалы, ликвидус температурасы, валенттілік, кож химиясы және қождағы Al₂O₃ сияқты жоғары сапалы шойын құймасын дайындауға қажет сұйық металдағы күкірт пен кремнийдің төмен мөлшерін өндіруді бақылайтын кейбір басты параметрлер анықталды.

Үнділік шикізат, мысалы, құрамында алюминийдің жоғары тотығы бар темір рудасы және күлділігі айтарлықтай жоғары көмір кож пропорциясын төмендетуде көптеген кедергі келтіреді. Қождағы алюминий тотығының қоюлығын 20%-дан төмен шектеу үшін кож пропорциясы кремнийдің қостотығы мен әк көздерін пайдаланудың арқасында жоғарылайды. Сондықтан кож пропорциясын төмендету домна пешінің жоғары өнімділігіне қол жеткізудің бірден бір құралы болып табылады. Кокс күлін төмендету арқылы кож пропорциясын азайтуға болады.

Алюминий тотығының жоғары дәрежеде болуы және тұтқырлық пен кож ликвидусының температурасы үрдістің жағымсыз өніміне әкеледі. Қождың жоғары валенттілігі мен Mg дәрежесін қолдай отырып тұтқырлық қолайлы кож өндіруге қол жеткізуге болады. Бірақ та ликвидус температурасы тым жоғары валенттілікте арта түседі. Сұйық металдың жоғары температурасын, соған сәйкес қождың температурасын қолдай отырып бұл қиыншылықты жеңуге болады.

Кілт сөздер: оңтайландыру, шағын домна пеші, кож химиясы, өндірістік үдерістің көрсеткіштері.

Резюме

Суммарная наработка оператора доменной печи тратится для достижения следующих целей:

- Увеличить как можно выше продуктивность доменной печи.
- Уменьшить расход кокса для производства тонны жидкого металла.
- Производить жидкий металл высшего качества с особой ссылкой на серу и кремний.
- Поддерживать как можно ниже производственные расходы.

Показатели производственного процесса малогабаритной доменной печи идентичны показателям обычной доменной печи. Но обычная доменная печь капиталоемкая, зависима исключительно от хорошего качества металлургического кокса, период созревания дольше и требует тщательной подготовки шихты. Имеется большой разрыв между спросом и поставками стали в Индии. Также, Индия ставит цель стать промышленно развитой страной к 2020 г. В таких условиях роль малогабаритной доменной печи становится очень важной.

Химия шлака является важным параметром для улучшения производственных показателей МДП. Химия шлака включает его химический состав, температуру ликвидуса, текучесть, выход сульфида и т.д., которое имеет важное отношение к безаварийной и эффективной работе МДП.

Настоящее исследование было выполнено в компании с ограниченной ответственностью Тэйо Рэулз, г. Джамшедпур. Она имеет одну МДП с рабочим объемом 64 м³ и производит 120 тонн жидкого металла в день. В настоящем исследовании химия шлаков была изучена для контроля серы и кремния в жидком металле. Образцы шлака были собраны и проанализированы по содержанию Al₂O₃, SiO₂, CaO, MgO и FeO. Также был проведен соответствующий анализ жидкого металла и разработана корреляция между серой в жидком металле и другими параметрами, упомянутыми выше.

Уровень серы и кремния в жидком металле был нацелен на 0.020 до 0.040 % и 0.095 до 1.80 % соответственно. Для достижения этого был принят ряд мер по оптимизации процесса. Определены некоторые ключевые параметры, как например, температура ликвидуса, валентность, химия шлака и Al₂O₃ в шлаке, которое контролирует производство низкого содержания серы и кремния в жидком металле для изготовления чупкового чугуна высшего качества.

Индийское сырье, например, железная руда с высоким содержанием окиси алюминия и уголь с относительно высокой зольностью являются значительными препятствиями в снижении пропорции шлака. Для того чтобы ограничить концентрацию окиси алюминия в шлаке ниже 20%, пропорция шлака возрастает благодаря использованию двуокиси кремния и известковых источников. Поэтому уменьшение пропорции шлака могло бы быть одним из средств для достижения более высокой продуктивности доменной печи. Снижение золы кокса является одним из факторов для уменьшения пропорции шлака.

При высоком уровне окиси алюминия и вязкость и температура ликвидуса шлака имеют тенденцию к отрицательному росту. Можно наблюдать, что поддержанием более высокой валентности шлака и уровня MgO можно производить шлак благоприятной вязкости. Однако температура ликвидуса возрастает при более высокой валентности. Это можно преодолеть поддержанием более высокой температуры жидкого металла и, следовательно, температуры шлака.

Ключевые слова: оптимизация, малогабаритная доменная печь, химия шлака, показатели производственного процесса.

Tayo Rolls Limited, Scientific Services Department, Jamshedpur, India;

*** Department of Metallurgical & Materials Engineering*

NIT Jamshedpur, India

Has acted 31.03.11