



УКРАЇНА

(19) UA (11) 13175 (13) C1

(51) C 21 C 5/44

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ФАКЕЛЬНОГО ТОРКРЕТУВАННЯ ФУТЕРОВКИ КОНВЕРТОРА

1

(20) 94321825, 19.04.93

(21) 4899909/SU

(22) 08.01.91

(24) 28.02.97

(46) 28.02.97. Бюл. № 1

(56) 1. Авторское свидетельство СССР

№ 1154954, кл. C 21 C 5/44, 1983, непубл.

2. Решение о выдаче авторского свидетельства СССР от 18.06.91 по заявке № 4814849/02, кл. C 21 C 5/44, 1990, непубл.

(72) Моїсеєнко Валерій Дмитрович, Долженко Федір Єгорович, Штепа Євген Дмитрович, Носов Костянтин Григорович, Савранський Леонід Валентинович, Смесь Микола Михайлович, Порхун Валентин Гаврилович, Терзіян Сергій Павлович

(73) Моїсеєнко Валерій Дмитрович (UA)

(57) 1. Способ факельного торкретирования футеровки конвертера, включающий нанесение при помощи фурмы с соплами многослойного торкретпокрытия путем вращения факела вокруг вертикальной оси и его перемещение в вертикальном направлении, изменение направления вращения фурмы на

2

противоположное после каждого полного оборота фурмы вокруг вертикальной оси, отличающийся тем, что перемещение фурмы по вертикали осуществляют ступенчато с шагом, равным 1,2-1,8 расстояния между ее верхним и нижним соплами, причем при вертикальном перемещении прекращают вращение фурмы.

2. Способ факельного торкретирования футеровки конвертера по п.1, отличающийся тем, что угловую скорость вращения фурмы устанавливают в зависимости от садки конвертера и секундного расхода торкретмассы по соотношению

$$B = (1200 \dots 3600) \frac{P}{C},$$

где B – угловая скорость вращения фурмы, об/мин ( $\text{мин}^{-1}$ );

P – расход торкретмассы, т/мин;

C – садка конвертера, т;

1200...3600 – безразмерный эмпирический коэффициент.

Изобретение относится к черной металлургии, конкретно – к способам горячего ремонта футеровки конвертера.

Известен способ факельного торкретирования футеровки, включающий нанесение торкретпокрытия в виде спиральных слоев, перемещая топливно-кислородный факел по винтовой линии (авт.св. № 1154954, кл. C 21 C 5/44, 1982, ДСП).

Данный способ снижает скорость растворения покрытия за счет снижения площади контактной поверхности. Однако

спиральное покрытие обладает низкой строительной прочностью, что приводит к отслаиванию больших участков покрытия под действием термических напряжений и механических воздействий. Таким образом известный способ не обеспечивает заметного повышения стойкости торкретирования.

Наиболее близким к заявляемому по технической сущности и достигаемому эффекту является способ факельного торкретирования, включающий нанесения

(19) UA (11) 13175 (13) C1

торкретпокрытия в виде спиральных слоев путем вращения факела вокруг вертикальной оси и изменения направления вращения после каждого полного оборота и одновременного его возвратно-поступательного движения (заявка № 4814849/02, кл. С 21 С 5/44, 1990, непубл. решение о выдаче авт. св. от 18.06.91 г.).

В известном способе факельного торкретирования факел вращают вокруг вертикальной оси и перемещают в вертикальном направлении и после каждого полного оборота меняют направление вращения факела, что приводит к тому, что в многослойном покрытии между отдельными слоями покрытия образуются спиральные перемычки, которые в условиях работы конвертера являются концентраторами напряжения, за счет чего ухудшаются эксплуатационные характеристики и понижается стойкость торкретпокрытия.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ футеровки конвертера путем изменения траектории перемещения фурмы по вертикали и скорости вращения фурмы вокруг оси.

Согласно изобретению в известном способе факельного торкретирования футеровки конвертера, включающем нанесение при помощи фурмы с соплами многослойного торкретпокрытия путем вращения факела вокруг вертикальной оси и его перемещение в вертикальном направлении, изменение направления вращения фурмы на противоположное после каждого полного оборота фурмы вокруг вертикальной оси, перемещение фурмы по вертикали осуществляют ступенчато с шагом, равным (1,2-1,8) расстояния между верхним и нижним соплами, причем при вертикальном перемещении прекращают вращение фурмы.

Кроме того, угловую скорость вращения фурмы устанавливают в зависимости от садки конвертера и секундного расхода торкретмассы по отношению:

$$B = (1200...3600) \frac{P}{C}.$$

где  $B$  – угловая скорость вращения фурмы, об./мин (мин<sup>-1</sup>);

$P$  – расход торкретмассы, т/мин;

$C$  – садка конвертера, т;

(1200...3600) – безразмерный эмпирический коэффициент.

Нанесение торкретпокрытия кольцевыми блоками обеспечивает существенное повышение строительной прочности покрытия, тем более что блоки komponуются из отдельных слоев, с противоположно на-

правленной структурой, что дает возможность сочетать высокую прочность с повышенной стойкостью и растрескиванию под действием термических и механических напряжений. Противоположная ориентация структуры каждого слоя достигается реверсированием фурмы после каждого полного оборота, что создает условия для повышения стойкости покрытия.

Ступенчатое перемещение фурмы обеспечивает формирование отдельных блоков покрытия, а регламентированный шаг перемещения фурмы обеспечивает формирование надежной связи между блоками. Прекращение вращения на время вертикального перемещения необходимо для исключения создания спиральной перемычки между слоями, являющейся концентратором напряжений и снижающей стойкость футеровки. Для повышения стойкости покрытия скорость вращения фурмы должна выбираться не произвольно, а с учетом расхода торкретмассы и садки конвертера, так как эти два параметра определяют интенсивность покрытия наносимым материалом футеровки конвертера.

При количестве слоев в каждом блоке менее 2, (т.е. одного) не обеспечивается создания "эластичного" покрытия, т.е. покрытие получается не термостойким, склонным к растрескиванию и с пониженным сроком службы. При количестве слоев в каждом блоке более 4, роста термостойкости не наблюдается, а повышенная толщина покрытия приводит к возникновению в нем усадочных явлений, создающих напряжения в покрытии и снижающих срок его службы.

Торкретмассу согласно заявляемому изобретению наносят через фурму, содержащую сопловой блок, т.е. сопла для подачи торкретмассы рассредотачивают как по окружности поперечного сечения фурм, так и по ее длине. Длина соплового блока – это расстояние между крайним верхним и крайним нижним соплами.

При шаге перемещения фурмы менее 1,2 длины соплового блока происходит наложение слоев покрытия, нанесенного на предыдущем и последующем шаге торкретирования. Это связано с тем, что факел не сохраняет цилиндрической формы после выхода из сопла, а стремится к конической форме, при этом покрытие наносится на участок футеровки, превышающий по высоте длину соплового блока. Вместе с тем концентрация торкретмассы по периферии факела значительно ниже чем в его ядре, что вынуждает определить шаг перемещения фурмы эмпирически. При шаге перемещения фурмы более 1,8 длины соплового блока, толщина слоя

торкретпокрытия между отдельными его блоками снижается, что приводит к снижению строительной прочности покрытия, снижению срока его службы и создает условия для локального разрушения футеровки между основными блоками покрытия.

Промышленные исследования, проведенные авторами при торкретировании кислородных конвертеров различной емкости, показали, что для каждой емкости конвертера существует своя оптимальная скорость вращения торкретфурмы. Эта скорость прямо пропорциональна расходу торкретмассы в единицу времени и обратно пропорциональна садке (емкости) конвертера. Наличие такой зависимости обусловлено тем, что в общем случае существует оптимальная плотность нанесения торкретпокрытия (или, что то же самое, оптимальная толщина единичного слоя покрытия). Чем больше расход торкретмассы, тем большей должна быть скорость вращения для стабилизации толщины слоя покрытия, одновременно, чем больше емкость конвертера, т.е. его диаметр, тем скорость вращения должна быть меньше для поддержания на оптимальном уровне линейной скорости перемещения факела вдоль футеровки и сохранения оптимального значения толщины торкретслоя. Наиболее важным элементом этой зависимости является численное значение эмпирического коэффициента, определяющего фактический масштаб соотношения садки конвертера, расхода торкретмассы и угловой скорости вращения. Определить значение этого коэффициента теоретически не представляется возможным, в связи с чем он был экспериментально установлен авторами. При значении эмпирического коэффициента менее 1200 толщина слоя торкретпокрытия возрастает сверх оптимального значения, приводит к снижению его плотности, возникновению усадочных явлений, повышению склонности к растрескиванию и, в конечном итоге, к снижению срока службы покрытия.

При значении эмпирического коэффициента более 3600 возникают несплошности в наносимом слое, при этом физико-химические свойства покрытия имеют различные значения по периметру конвертера. Это приводит к возникновению термических напряжений при эксплуатации покрытия, сколам, отслаиванию, к снижению срока его службы.

Заявляемый способ реализуется следующим образом.

После слива металла и шлака кислородный конвертер переводят в вертикальное положение и осуществляют подачу через

специальную фурму с блоком сопел подачу торкретмассы в потоке воздуха и кислорода. В качестве торкретмассы при проведении экспериментов использовали смесь 25% порошка кокса (фракция - 0,5 мм) и 75% магнезита, фракция (-0,1 мм). Расход кислорода устанавливали равным 1,1 от стехиометрически необходимого. Определение стойкости покрытия осуществляли с помощью метода радиоактивных изотопов, для чего перед торкретированием в конвертер вводили радиоактивный изотоп, закрепление изотопа на стенке конвертера в районе производили с помощью огнеупорной глины. После каждой плавки производили отбор пробы шлака. Появление в шлаке радиоактивности свидетельствовало о полном растворении торкретпокрытия. На первом этапе исследование проводили на 180 т конвертера с использованием фурмы с сопловым блоком длиной 1,4 м. Параметры торкретирования и стойкость торкретпокрытия приведены в табл.1.

При проведении исследований применяли фурму с 4-рядным расположением сопел по 4 сопла в каждом ряду, длина соплового блока 1,4 м, расстояние от крайнего сопла до торца фурмы 0,2 м.

Анализ полученных результатов показывает, что реализация предлагаемого способа обеспечивает существенное повышение стойкости покрытия при одновременном выполнении всех требований, ограничивающих режимные параметры процесса.

На втором этапе исследования были проведены эксперименты в кислородных конвертерах емкостью 50, 160, 180, 300, 350 т, в ходе которых было определено рациональное соотношение между скоростью вращения фурмы, расходом торкретмассы и садкой конвертера. Параметром оптимизации служила стойкость покрытия, определенная также, как и в первой серии экспериментов. Во второй серии торкретирование проводили с оптимальными параметрами способа, т.е. покрытие наносили в виде 3-х слойных кольцевых блоков, реверсируя фурму после каждого оборота. Шаг перемещения фурмы составлял 1,5 длины соплового блока (2,1 м), во время вертикального перемещения фурму не вращали. Результаты второй серии экспериментов представлены в табл.2.

Анализ полученных результатов показывает, что оптимизация скорости вращения фурмы обеспечивает усиление положительного эффекта, т.е. приводит к дополнительному росту стойкости футеровки на 2-3 плавки.

Таблица 1

К-во слов в каждом блоке покрытия, шт.	Шаг перемещения фурмы, м	Шаг перемещения фурмы, доля от длины соплового блока	Стойкость покрытия		
			плавков	всего, ч	стойкость покрытия плавков
1	1,40	1,0	3	2,5	1,16
1	1,68	1,2	3	2,4	1,12
1	2,10	1,5	3	2,5	1,16
1	2,52	1,8	4	3,3	1,6
1	2,80	2,0	3	2,6	1,18
2	1,40	1,0	5	4,2	2,0
2	1,68	1,2	9	7,5	3,5
2	2,10	1,5	10	8,3	3,9
2	2,52	1,8	10	8,4	4,0
2	2,80	2,0	5	4,3	2,0
3	1,40	1,0	5	4,2	2,1
3	1,68	1,2	10	8,5	4,3
3	2,10	1,5	11	9,1	4,2
3	2,52	1,8	10	8,6	4,0
3	2,80	2,0	5	4,3	2,1
4	1,60	1,0	5	4,3	2,0
4	1,68	1,2	9	7,6	3,6
4	2,10	1,5	9	7,7	3,6
4	2,52	1,8	9	7,5	3,8
4	2,80	2,0	5	4,0	1,9
5	1,40	1,0	4	3,2	1,5
5	1,68	1,2	4	3,4	1,8
5	2,10	1,5	3	2,6	1,2
5	2,52	1,8	3	2,4	1,2
5	2,80	2,0	3	2,4	1,2
Прототип			5	4,2	2,0

Таблица 2

Садка конвертера, т	Расход торкретмассы, т/мин	Скорость вращения фурмы, мин <sup>-1</sup>	Значение эмпирического коэффициента, $\frac{B \times C}{P}$	Стойкость покрытия, плавков
1	2	3	4	5
50	0,200	4,4	1100	11
50	0,200	4,8	1200	14

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
50	0,2	9,6	2400	14
50	0,2	14,4	3600	14
50	0,2	14,8	3700	11
50	0,45	10	1100	11
50	0,42	10	1200	15
50	0,21	10	2400	15
50	0,14	10	2600	15
50	0,13	10	3700	11
160	0,4	2,75	1100	10
160	0,4	3,00	1200	14
160	0,4	6,00	2400	14
160	0,4	9,00	3600	14
160	0,4	9,25	3700	11
160	0,872	6,0	1100	11
160	0,800	6,0	1200	14
160	0,400	6,0	2400	14
160	0,267	6,0	3600	14
160	0,259	6,0	3700	11
180	0,6	3,67	1100	11
180	0,6	4,00	1200	13
180	0,6	8,00	2400	14
180	0,6	12,00	3600	14
180	0,6	12,33	3700	10
180	1,31	8,00	1100	11
180	1,20	8,00	1200	14
180	0,60	8,00	2400	14
180	0,40	8,00	3600	14
180	0,39	8,00	3700	11
300	1,0	3,67	1100	10
300	1,0	4,00	1200	12
300	1,0	8,00	2400	12
300	1,0	12,00	3600	12
300	1,0	12,33	3700	10
300	0,545	2,0	1100	10
300	0,500	2,0	1200	13
300	0,250	2,0	2400	13
300	0,167	2,0	3600	13
300	0,162	2,0	3700	10

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
350	1,2	3,77	1100	10
350	1,2	4,11	1200	12
350	1,2	8,23	2400	12
350	1,2	12,34	3600	12
350	1,2	12,69	3700	9
350	4,77	15	1100	9
350	4,38	15	1200	12
350	2,19	15	2400	12
350	1,46	15	3600	12
350	1,42	15	3700	9

Упорядник

Техрад М.Моргентал

Коректор А. Обручар

Замовлення 4102

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України.  
254655. ГСП, Київ-53. Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101