

УДК 669.162

Ф.М. ЖУРАВЛЕВ, канд. техн. наук, доц. В.П. ЛЯЛЮК, д-р техн. наук, проф.,
В.Я. БОЙКОВЕЦ, А.И. ШУШЕМОИН, ГВУЗ “Криворожский национальный университет”

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ НА СТАЛЬНЫХ ПЕРФОРИРОВАННЫХ ПОДИНАХ ВЗАМЕН КОЛОСНИКОВОЙ РЕШЕТКИ ОБЖИГОВЫХ ТЕЛЕЖЕК

Для существенного снижения расхода высоколегированной стали и улучшения металлургических характеристик обожженных окатышей отработана конструкция стальных перфорированных подин, устанавливаемых взамен колосников на тележках обжиговых конвейерных машин. Проведены полупромышленные и промышленные испытания термоупрочнения окатышей на стальных перфорированных подинах.

Обжиговая конвейерная машина является большим потребителем (193,5-416,0 т только на колосники) жаростойкой легированной стали 40X24N12СЛ с температурой окалинообразования 1000-1050 °С. При этом, удельный расход колосников составляет 0,06-0,15 кг/т окатышей, поэтому снижение расхода или замена колосников достаточно актуальны. Прототипом для проведения исследований послужил новый технологический процесс термоупрочнения окатышей на гибкой стальной перфорированной ленте, разработанный фирмой “ЛКАБ” (Швеция) и названный “Steel Belt” [1]. Для возможности использования конструктивной особенности этой технологии на действующих отечественных конвейерных машинах с обжиговыми тележками, был испытан элемент перфорированной ленты, названный перфорированной подиной.

Режимы термоупрочнения сырых окатышей и конструктивные особенности подины отработывались в полупромышленной установке типа чаша (рис. 1) диаметром в свету 300 и высотой 500 мм, оборудованной колосниками и возможностью их замены перфорированной подиной толщиной 5 мм из легированной стали 12X18N10Т с температурой окалинообразования 850 °С.

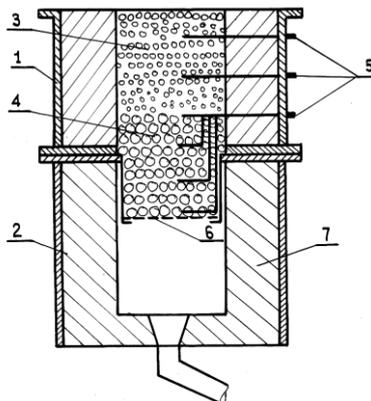


Рис. 1. Обжиговая чаша: 1 - чаша; 2 - вакуумкамера; 3 - окатыши; 4 - постель; 5 - термопары; 6 - перфорированная подина; 7 - футеровка

Термоупрочнение окатышей на колосниках осуществляли на донной постели высотой 100 мм (как на промышленных агрегатах), а на подине подбирали высоту постели, исходя из условия воздействия на нее отходящих из слоя газов с температурой не выше 850 °С. Экспериментально (рис. 2,3) определены оптимальные живое сечение перфорированной подины, форма на ней отверстий и высота слоя донной постели.

Проведены также определения износостойкости подины толщиной 5 мм в процессах загрузки и разгрузки окатышей, смоделированные исходя из известного цикла при годичной (около 8000 ч/год) работе обжиговых тележек, а также от абразивного воздействия просасываемых запыленных (1 г/м³) газов. Результаты испытаний показали, что износ подины составил 0,5 % от ее массы.

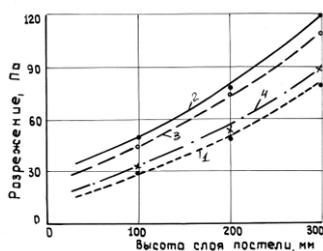


Рис. 2. Влияние живого сечения подины на сопротивление газовому потоку

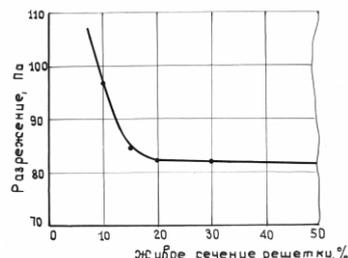


Рис. 3. Влияние формы отверстий подины и высоты ее постели на ее сопротивление газовому потоку: 1-сетка; 2-подина с круглыми отверстиями; 3-подина с просечными отверстиями; 4-подина с продолговатыми отверстиями

Отработка режимов термоупрочнения окатышей в обжиговой чаше показала, что металлургические характеристики обожженных на подине окатышей по всем показателям (прочность на сжатие, на удар и истираемость, а

также комплекс свойств при восстановлении) на 3-5 % (отн.) лучше, чем обожженных на колосниках. При этом удельная производительность установки возросла с 0,8 до 0,805 т/м²·ч (табл. 1).

Таблица 1

Металлургические свойства обожженных окатышей

Наименование показателей	Метод термообработки	
	на колосниках	на подине
Удельная производительность, т/м ² ·ч	0,8	0,805
Прочность на сжатие, ДаН/ок	213	221
Прочность в барабане, % :		
на удар (+5 мм)	88,6	90,8
истираемость (0-0,5 мм)	5,9	5,5
Прочность при восстановлении, % :		
на удар (+5 мм)	77,6	80,8
истираемость (0-0,5 мм)	9,3	7,9
степень восстановления	53,4	54,2
Газопроницаемость и усадка слоя:		
усадка слоя, %	51,5	50,6
перепад давления, Па	562,0	476,0
степень восстановления, %	93,2	93,0

На основании проведенных полупромышленных испытаний и разработанных исходных данных была разработана техническая документация и изготовлен комплект перфорированных подин на одну обжиговую тележку для конвейерной машины ОК-306 СевГООКа. Тележка с подинами [2] была установлена на работающую обжиговую машину ОК-306 для отработки конструкции подины и ее крепления на подколосниковых балках (рис. 4).

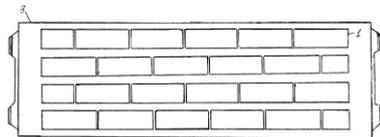
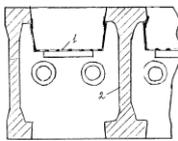


Рис. 4. Обжиговая тележка с подинами 1-перфорированная подина; 2-подколосниковая балка; 3-обжиговая тележка

Перфорированные подины имели желобчатое поперечное сечение с высотой бортов 65 мм, что обеспечивало им жесткость, необходимую для восприятия нагрузок и, кроме того, позволяло повысить толщину постели на 115 мм без увеличения высоты бортов обжиговых тележек.

Отверстия в подинах были выполнены щелевидными длиной 26 мм и шириной 6 мм с закругленными краями. Шаг между отверстиями, исходя из необходимой прочности подины, был принят равным 10 мм, а расстояние между осями рядов отверстий - 15 мм. Указанные размеры отверстий и их расположение, с учетом конструктивных особенностей подколосниковых балок обжиговых тележек и рабочих поверхностей самих подин, обеспечивают живое сечение рабочих поверхностей перфорированных подин 20,1 %. Колосниковое поле обжиговых тележек имеет живое сечение 11,2 %.

Обжиговая тележка с подинами проработала непрерывно 1272 часа, а затем, после корректировки и усовершенствования профиля подин и их крепления к подколосниковым балкам, тележка снова была установлена на обжиговую машину и проработала непрерывно еще 1008 часов. За время эксплуатации обжиговой тележки с подинами забивания отверстий в подинах окатышами и их обломками не наблюдалось. Окажинообразования на подинах также небыло. Отсутствовали поломки, коробление и прочие неисправности подин. Температура отходящих газов под подинами во время непрерывной работы обжиговой машины была 570-620 °С и повышалась до 730-780 °С во время кратковременных (до 5 мин) остановок обжиговой тележки с подинами в самой высокотемпературной части зоны обжига. Это является следствием увеличения высоты слоя донной постели на подинах со 100 мм (на колосниках) до 215 мм.

В период испытания обжиговая тележка с перфорированными подинами была остановлена в зоне охлаждения 2 и произведен разбор слоя и отбор проб обожженных окатышей по высоте слоя с этой и рядом стоящей тележки с колосниками.

Таблица 2

Прочностные свойства обожженных окатышей

Обжиговая тележка	Прочность на сжатие по высоте слоя, ДаН/ок				Барабанные показатели (+5 мм/-0,5 мм) по высоте слоя, %			
	верх слоя	сере-дина	низ слоя	среднее	верх слоя	сере-дина	низ слоя	среднее
Тележка с колосниками	230	251	176	214	92,4/ 6,8	93,6/ 5,3	88,3/ 10,8	90,7/ 8,2
Тележка с подинами	228	265	212	232	92,6/ 6,9	94,1/ 4,9	91,7/ 7,3	92,4/ 6,7

Результаты испытаний прочностных свойств обожженных окатышей показали (табл. 2), что степень обжига окатышей на тележке с подинами лучше, чем на тележке с колосниками.

Рассчитано снижение расхода легированной стали в случае замены колосников на обжиговых тележках перфорированными подинами на каждом типе обжиговых машин, работающих на окомковательных фабриках Украины (табл. 3).

Таблица 3

Экономия легированной стали при замене колосников подинами

Тип обжиговой машины и их количество на ГОКе	Количество тележек на одной машине, шт	Масса колосников на одной тележке, т	Масса колосников на одной машине, т	Масса подин на одной тележке, т	Масса подин на одной машине, т	Экономия стали на одной машине, т
ОК-278 СевГОК - 2 шт	129	1,5	193,5	0,20	25,8	167,7
ОК-306 СевГОК - 2 шт	189	1,2	226,8	0,17	34,0	192,8
ОК-336 ЦГОК - 1 шт	142	2,0	284,0	0,25	35,5	248,5
ОК-552 СевГОК - 2 шт	208	2,0	416,0	0,25	52,0	364,0

Таким образом, разработана конструкция жаростойкой стальной перфорированной подины и способ ее крепления, позволяющие заменить колосники на обжиговых тележках конвейерных машин для термоупрочнения железорудных окатышей. Полупромышленные и промышленные испытания показали, что замена колосников подинами позволит уменьшить расход высоколегированного металла на 85-87 %, повысить производительность обжиговых машин и улучшить металлургические характеристики обожженных окатышей. В случае использования для изготовления подин жаростойкой стали марки 20Х23Н18 с температурой окалинообразования 1050 °С, как у колосников (марка стали 40Х24Н12СЛ), срок службы подин существенно увеличится.

Список литературы

1. Драгге Р. Процесс "Steel Belt". 4-й Международный симпозиум по окускованию. Торонто. 1985 г.
2. Журавлев Ф.М. Патент Украины №17067. Тележка обжиговых и спекательных машин / Журавлев Ф.М., Бойковец В.Я., Гилунг В.Ф. и др. от 27.01.97 г.

Рукопись поступила в редакцию 14.03.12

УДК 669.74

И.А. ЛЯХОВА, канд. техн. наук, доц. В.П. СОКОЛОВА, канд. техн. наук, доц.

Д.А. КАССИМ, Н.Ю. СВИСТ, ст. преподаватели

ГВУЗ "Криворожский национальный университет"

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ СВЯЗИ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ С КАЧЕСТВОМ ПОЛУЧАЕМОГО КОКСА

В условиях, когда сырьевая база коксования неуклонно ухудшается, большое значение приобретает качество подготовки угольной шихты, которое заключается в правильно выбранной степени ее дробления в зависимости от содержания в шихте жирных и коксовых углей, что позволяет не ухудшать петрографические показатели шихты и не допускать ее "отошения".

Спекание углей и коксообразование представляются в целом совокупностью химических и физико-химических процессов и вызываемых ими физических явлений, происходящих при термической деструкции органических веществ каменных углей. Основой процесса являются химические реакции термической деструкции этих веществ, протекающие во всем объеме каждого зерна угольной шихты. В ходе этих процессов на границах и поверхности контакта зерен происходит взаимодействие между образующимися продуктами термической деструкции каждого зерна. При этом образовавшиеся продукты связываются между собой как физическими силами, так и химическими связями. Все перечисленное указывает на то, что зависимость между степенью измельчения, т.е. суммарной поверхностью зерен углей в шихте, и прочностью образующегося кокса не может быть прямолинейной и что должен существовать оптимум размера зерен, различный для разных углей [1].