

cal Conditions // Metallurgist, March 2018, Volume 61, Issue 11-12, pp. 950-958.

10. Третяк А. А., Паршаков В. М., Чемиков М. В. и др. Достоверность информации о распределении газового потока по радиусу колошника доменной печи, получаемой разными способами измерений // Черная металлургия: Бюл. НТИЭИ. – 2016. – №11. – С. 34-40.

11. Паршаков В. М., Тахаутдинов Р. С., Бодяев Ю. А. и др. Контроль радиального газораспределения в оборудованных БЗУ доменных печах ММК с помощью многоточечных термозондов // Сталь. – 2009. – №10. – С. 16-19.

12. Большаков В. И., Лебедь В. В. Исследование взаимосвязи распределения температуры и химического состава газового потока по радиусу

доменной печи // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. – Днепропетровск, ИЧМ НАН Украины. – 2006. – № 13. – С. 27-35.

13. Podkorytov A. L., Kuznetsov A. M., Zubenko A. V. et al. Introduction of Pulverized-Coal Injection at Yenakiieve Iron and Steel Works // Steel in Translation, 2017. Vol. 47. No. 5. P. 313 – 319.

14. Semenov Yu.S. Temperature Distribution of the Gas Flux in Blast Furnaces // Steel in Translation, 2017. – Vol. 47, No. 7, pp. 473-477.

15. Semenov Yu.S., Shumelchik E.I., Vishnyakov V.I. et al. Model system for selecting and correcting charging programs for blast furnaces equipped with a bell-less charging apparatus // Metallurgist, January 2013. – Vol. 56, Issue 9-10, pp. 652-657.



В. И. Засельский, Д. В. Пополов,
И. В. Засельский

Криворожский металлургический институт
НМетАУ

Повышение надежности работы грохотов агломерата, работающих в трактах шихтоподготовок доменных цехов

V. Zaselskiy, D. Popolov, I. Zaselskiy

Krivoy Rog Metallurgical institute, National
metallurgical academy of Ukraine

Reliability enhancement of work of the agglomerate screen, preparations of charge of the blast-furnaces department working in highways

Аннотация. В статье приведены результаты исследования работы различных типов вибрационных грохотов, установленных в трактах шихтоподготовок доменных цехов на отсеке мелочи из агломерата, целью которых являлось увеличение надежности и долговечности привода грохота. На основании статистических методов исследования установлено, что одним из наиболее часто выходящих из строя элементов является привод грохота, по причине преждевременного износа подшипников вибровозбудителей. На основании изучения тенденции развития подходов к проектированию вибрационных машин была разработана и реализована конструкция грохота с использованием в качестве привода мотор-вибраторов. Как показали промышленные испытания, использование мотор-вибраторов в качестве вибрационного привода грохота позволило более чем на 30% сократить эксплуатационные расходы и существенно увеличить сроки межремонтного периода машины.

Ключевые слова: агломерат, вибрационный грохот, привод, вибровозбудитель, подшипник, мотор-редуктор.

Abstract. The researches of the various types of vibrating screen for breeze extraction of agglomerate, setting to the blast-furnace department of charge conveyor line are considered in the article. The research purpose was reliability and lifetime of the drive screen. On the basis of statistical methods of the research it is established that one of the most often out of operation elements is the drive screen, because of premature bearing wear of the vibration generator.

СИСТЕМЫ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

The development trend of design approach vibration machine has been studied. The construction of the screen with the motor-vibrator drive is developed and implemented. The industrial test has shown that the motor-vibrators use of as vibration drive has depleted on 30% maintenance charges and has surged turnaround time.

Key words: agglomerate, vibrating screen, drive, vibration generator, bearing, motor-vibrator.

Современные системы шихтоподготовок оборудованы высокопроизводительными инерционными грохотами таким образом, чтобы при увеличении количества мелочи в материале можно было (без ущерба для общей производительности участка) путем снижения производительности отдельных грохотов увеличить эффективность отсева некондиционной части шихты, поступающей в доменную печь. Например, системы шихтоподготовок доменных печей с конвейерной подачей железосодержащей части шихты в скип [1, 2].

В последнее время на доменных печах внедряются системы шихтоподготовок, оборудованные центральными бункерами агломерата и кокса (ДП №3 комбината «Запорожсталь», ДП №5 Енакиевского металлургического завода, ДП №7 и №8 комбината «АрселорМиттал Кривой Рог»). В схемах с центральными бункерами, в отличие от схем с конвейерной подачей, в несколько раз сокращено количество установленных грохотов для отсева мелочи из железосодержащей части шихты. Так, при старой системе шихтоподачи ДП №7 и №8 комбината «АрселорМиттал Кривой Рог» для загрузки железосодержащей части шихты в доменную печь было установлено по десять грохотов с правой и левой сторон (по пять каналов), а отсев некондиционных фракций осуществлялся с использованием четырех грохотов (двух каналов). В новых схемах (с центральными бункерами) используются два канала с установкой четырех грохотов, что, безусловно, повышает требования к показателям их надежности [1]. В

доменном цехе №1 комбината «АрселорМиттал Кривой Рог» были проведены наблюдения за работой и сбор статистических данных по отказам работы инерционных вибрационных грохотов типа ГА-41-1Ш и ГС-3,5х1, установленных на отсевах мелочи из агломерата.

Диаграмма, характеризующая интенсивность отказов (I_0) узлов виброгрохотов, рассчитанная по формуле (1), приведена на (рис. 1).

$$I_0 = \frac{n_{0i}}{\sum_{i=1} n_{0i}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где n_{0i} – количество отказов i -го узла грохота.

Анализ выхода из строя отдельных узлов виброгрохотов показывает, что наиболее уязвимым местом является сито и его вибропривод, который в совокупности вибратор, электродвигатель, лепестковая муфта составляет 43,5% от общего числа отказов.

В отказах вибропривода наиболее трудоемкая операция по восстановлению вышедшего из строя узла приходится на двухрядные радиально-сферические подшипники качения, установленные на валу вибраторов. В (табл. 1) приведены основные параметры и результаты промышленных испытаний вибраторов грохотов ГА-41-1Ш и ГС-3,5х1, установленных в системе шихтоподачи ДАР-1 комбината «АрселорМиттал Кривой Рог».

Из приведенных результатов работы подшипниковых узлов видно, что фактическая долговечность их работы значительно ниже расчетной, а

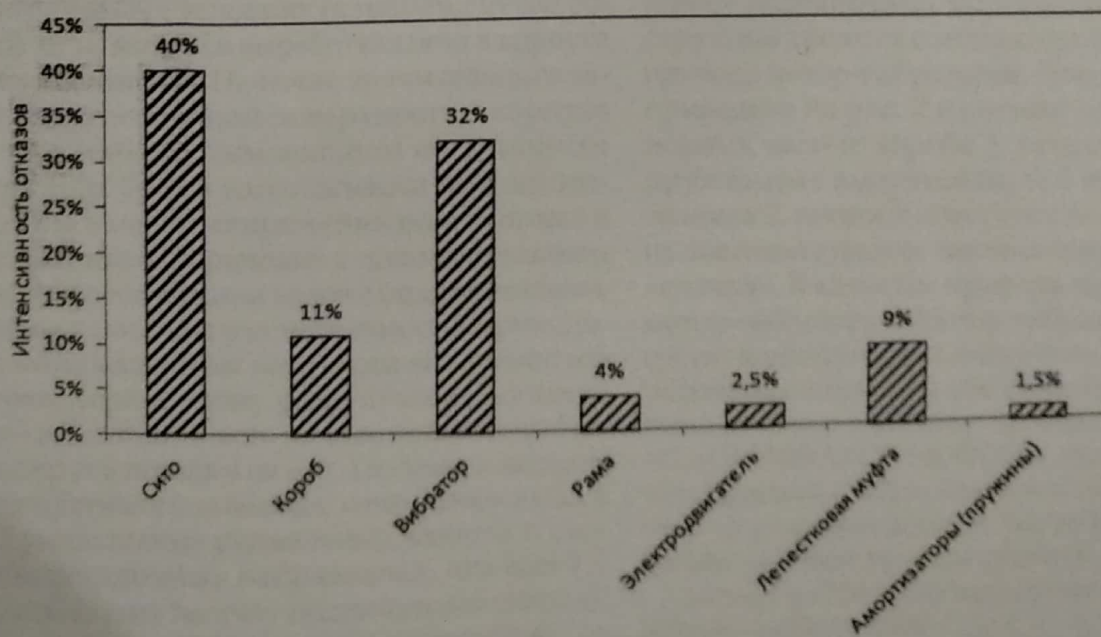


Рис. 1. Интенсивность отказов основных узлов виброгрохотов агломерата

Параметры инерционных вибровозбудителей грохотов ГА-41-1Ш и ГС-3,5х1 с результатами их промышленных испытаний

№ п/п	Тип грохота	Количество вибраторов	Установленная мощность, кВт	Кинетостатический момент, кг·м		Частота вращения, с ⁻¹	Подшипники					Температура корпуса подшипника, град
				min	max		тип	динамическая грузоподъемность, кН	радиальный зазор, мкм	расчетный срок службы, ч	Наработка на отказ, маш·ч	
1	ГА-41-1Ш	2	2х7,5	10	14	98	3620	520	105	15000	3500	90
2	ГС-3,5х1	2	2х15	13	23	98	3630	778	160	25000	5000	87

высокий температурный режим свидетельствует о масляной недостаточности, наступающей вследствие закупорки смазочных каналов пылью и продуктами износа. В этом случае до 30% аварий подшипников вибровозбудителей связано с их заклиниванием, наступающим значительно раньше усталостного износа. Кроме этого, 60% аварий происходит из-за разрушения подшипников. Подшипниковые узлы вибромашины работают в условиях сильной запыленности (концентрация пыли в ряде случаев превышает 500 мг/м³), что приводит к проникновению пыли в их лабиринтные уплотнения, вызывая быстрый износ деталей подшипника. Износ тел и дорожек качения колец приводит к увеличению радиальных зазоров и дальнейшему их разрушению под действием нагрузок [3]. Абразивный износ деталей подшипников наблюдался у всех используемых вибрационных грохотов и является одной из главных причин, вызывающих их нагрев и последующий выход из строя.

Также одной из причин, способствующих быстрому выходу подшипников из эксплуатации в рассматриваемых условиях (в нашем случае составляет 10%), является выработка гнезд в корпусе вибровозбудителей. Наличие значительного зазора между посадочной поверхностью корпуса вибратора и наружным кольцом подшипника (как правило, брак в изготовлении подшипникового узла в местах сопряжения подшипника с корпусом и валом) приводит к дополнительным колебаниям дебалансных валов с подшипниками, их ударам о посадочную поверхность, приводящим к неоправданным нагрузкам его элементов и их преждевременному разрушению. Большое влияние на долговечность подшипника оказывает и характер его посадки на вал. Посадка с зазором сверх допустимого вызывает износ шеек вала, а натяг - уменьшение радиальных зазоров и увеличение посадочных напряжений, что ведет к дополнительному нагреву подшипникового узла, износу тел качения и дорожек подшипника.

Для увеличения долговечности подшипников, используемых в существующих вибровозбудителях грохотов агломерата при сохранении их габаритных размеров, необходимо снизить действующие на подшипник нагрузки.

Одним из существующих способов снижения величины нагрузки является спаривание подшипников на конце дебалансного вала, однако такой способ не нашел своего применения вследствие сложности обеспечения равномерного нагружения элементов подшипника. Другим способом является секционирование дебалансного вала: каждая секция с дебалансами опирается на свои подшипники и соединяется с соседней посредством эластичной муфты. Такая конструкция вибровозбудителя достаточно сложна и ухудшает отвод тепла от подшипника к корпусу [4].

С целью увеличения надежности и долговечности привода грохота ГА-41-1Ш кафедрой инжиниринга отраслевого машиностроения Криворожского металлургического института Национальной металлургической академии Украины совместно с предприятием «КВМШ плюс» разработана модернизированная конструкция грохота с использованием в качестве привода мотор-вибраторов. Конструкция грохота приведена на рис. 2 и состоит из следующих основных частей: коробка 1, установленного через пружинные амортизаторы 3 на передвижной тележке 2, сеющей поверхности 5, выполненной из листовой стали со щелями шириной 5 мм типа «елочка». В качестве привода использованы два мотор-вибратора 4. Мотор-вибратор представляет собой асинхронный двигатель с дебалансами, расположенными по обе стороны вала. Используемый мотор-вибратор производства компании «O.M.B VIBRATOR MOTORS» способен выдерживать динамическую нагрузку 10g, что не менее чем в 3 раза превосходит нагрузку в установленном рабочем режиме грохота.

Мотор-вибраторы имеют следующие технические особенности:

СИСТЕМЫ ЗАВАНТАЖЕНИЯ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

- вал изготовлен из высокопрочной стали;
- ротор типа «белочья клетка» обеспечивает высокий пусковой момент;
- обдуваемый статор выполнен со слоевым магнитным пакетом из материала, обеспечивающего низкий уровень потерь, что снижает его рабочую температуру, тепловая защита выполнена с использованием термистора;
- корпус вибратора выполнен из литейного чугуна с шаровидным графитом;
- инновационные лабиринтные уплотнения обеспечивают долговременную закладную специальную смазку подшипниковых узлов, замена которой проводится только через 5000 машиночасов, что позволяет, например, при 8-часовой суточной работе не проводить регламентные работы по ее замене в течение двух лет;
- дебалансы специальной формы, обеспечивающие возможность регулирования возмущающей силы от 0 до 100%;
- крышки, закрывающие дебалансы, выполнены из нержавеющей стали и снабжены уплотнительными кольцами, что также препятствует попаданию пыли в подшипниковый узел;
- в качестве подшипников применяются подшипники японского производства типа NJ 2315E с динамической грузоподъемностью, составляющей 330 кН.

Сравнительная техническая характеристика грохотов ГА-41-1Ш до модернизации и после (грохоты ГС-3х1) приведены в табл. 2.

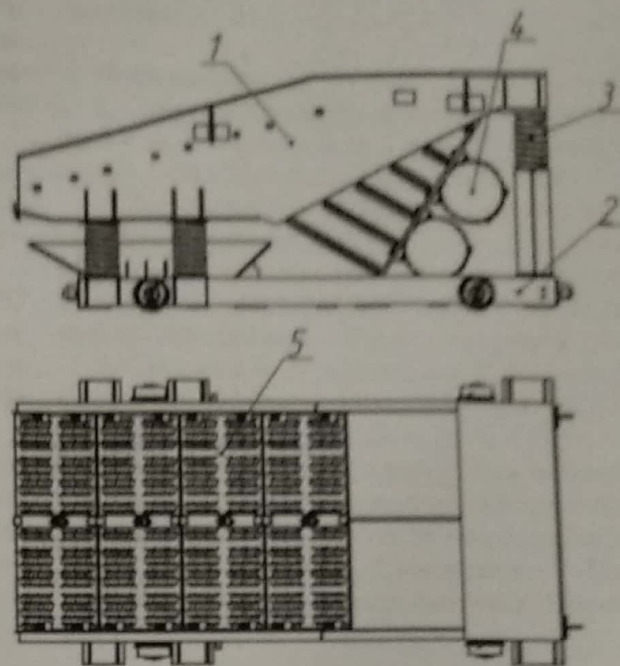


Рис. 2. Конструкция грохота:
1 - короб; 2 - тележка; 3 - амортизатор пружинный;
4 - мотор-вибратор; 5 - сита

Из приведенных данных табл. 2 видно, что модернизированный грохот ГС-3х1 с мотор-вибраторами по ряду эксплуатационных показателей превосходит (без ущерба для технологических показателей) свой аналог - грохот ГА-41-1Ш. Так,

Таблица 2

Сравнительная техническая характеристика грохотов ГА-41-1Ш и ГС-3х1

№ п/п	Наименование	Величина	
		ГА-41-1Ш	ГС-3х1
1	Грохотимый материал	агломерат	агломерат
2	Температура агломерата, °С	до 500	до 500
3	Максимальный размер куска в питании, мм	0-100	0-100
4	Производительность по питанию, куб/ч	125	125
5	Ширина просеивающей поверхности, мм	1500	1500
6	Площадь просеивающей поверхности, м ²	2,0	2,0
7	Количество ярусов сит, шт.	1	1
8	Угол наклона просеивающей поверхности, град	15	15
9	Ширина щели сита, мм	5	5
10	Количество вибраторов, шт.	2	2
11	Тип мотор-вибратора	-	BM 7000/10-NAT
12	Тип электродвигателя	BA 1332M6Y2	-
13	Кинетостатический момент, развиваемый одним вибратором, кг-м	7,08	6,24
14	Амплитуда колебаний короба, мм	3...5	3...5
15	Установленная мощность, кВт	2x7,5=15	5,5x2=11
16	Датчик контроля температуры привода	-	снабжен тепловой защитой 100 град.
17	Смазка	централизованная принудительная	без смазки до 5000 маш.час закладная

мощность привода снижена более чем на 25%, отсутствует необходимость в маслостанции и ежедневном смазывании подшипниковых узлов, мотор-вибраторы снабжены термисторами, которые отключают привод при температуре на его корпусе, превышающей $t = 100^{\circ}\text{C}$.

В настоящее время партия грохотов с мотор-вибраторным приводом успешно внедрена в системе шихтоподачи доменной печи №3 комбината «Запорожсталь».

Наработка приводов составляет более 5000 машинных часов, которые продолжают работать. (Паспортная долговечность подшипников в используемых мотор-вибраторах составляет не менее 15000 ч.)

Таким образом, использование в грохотах агломерата мотор-вибраторов в условиях ДП №3 комбината «Запорожсталь» позволило более чем на 30% сократить эксплуатационные расходы, связанные с уменьшением потребления электроэнергии, смазочных материалов, а также увеличить

сроки межремонтного периода вибрационного привода.

Литература

1. Система шихтоподачи в доменном производстве / А. В. Праздников, Е. Я. Клонцман, В. И. Головкин. – М.: Metallurgy, 1980. – 200 с.

2. Засельский В. И. Разработка научных основ конструирования вибрационных машин для высокоэффективной сортировки металлургической шихты: дис. доктора техн. наук / Засельский Владимир Иосифович. – Днепропетровск, 2008. – 327 с.

3. Сидоров В. А., Сотников А. Л. Эксплуатация подшипников качения. – Донецк: ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2014. – 175 с.

4. Учитель А. Д. Сортировка минерального сырья и шихт на вибрационных грохотах: монография [для инж.-техн. и науч. работников] / А. Д. Учитель, В. В. Севернюк, В. П. Лялюк, В. И. Большаков. – Днепропетровск: Пороги, 1998. – 194 с.



М. С. Ибрагимов, Ю. И. Шлемко, И. В. Пельх ЧАО «Днепропетровский Металлургический Завод»

Некоторые особенности капитального ремонта доменной печи при смешанной стратегии технического обслуживания

M. S. Ibragimov, Y. I. Shlemko, I. V. Pelykh

Private joint-stock company «Dneprovsk Metallurgical Plant»

Some peculiarities of the blast furnace overhaul under mixed maintenance

Аннотация. В статье описаны условия проведения капитального ремонта 2-го разряда доменной печи, обладающей небольшим (малым) полезным объемом. Приведены результаты осмотра металлоконструкций и шахты печи и представлена пошаговая динамика комплекса технических мероприятий, необходимых для проведения операций демонтажа-монтажа кожуха доменной печи. Дана краткая характеристика процесса проведения капитального ремонта доменной печи, в частности описаны технические операции, производимые при ремонте шахты доменной печи.

Ключевые слова: капитальный ремонт, кожух шахты доменной печи, огнеупорная футеровка, мораторное кольцо, металлоконструкции, колошниковая площадка.

Анотація. У статті описані умови проведення капітального ремонту 2-го розряду доменної печі, яка має невеликий (малий) корисний об'єм. Наведено результати огляду металлоконструкцій і шахти печі і представлена покрокова динаміка комплексу технічних заходів, які необхідні для проведення операцій демонтажу-монтажу кожуха доменної печі. Дана коротка характеристика процесу проведення капітального ремонту доменної печі, зокрема описані технічні операції, що здійснюються при ремонті шахти доменної печі.