

В. Н. Захарченко, Н. Р. Руденко*, К. А. Мусиенко*, Р. Н. Руденко*

Объединение предприятий «Металлургпром», Днепропетровск

*Днепродзержинский государственный технический университет, Днепродзержинск

Анализ конструкций колосников агломерационных машин

Раскрыто влияние основных конструктивных особенностей колосников на их стойкость при эксплуатации и стабильность площади живого сечения колосникового поля. Анализом состояния производства и расчётами установлен резерв увеличения производительности и улучшения качества спекания агломерационной шихты с повышением площади живого сечения колосниковой решётки до 25 %. Установлены особенности работы колосников в системе колосникового поля. Предложен ряд конструкций колосников с повышенной степенью самоочистки, площадью живого сечения и возможности изготовления в условиях металлургического комбината.

Ключевые слова: колосник, конструкция, площадь живого сечения, агломерационная машина, качество, производительность

Введение. Одним из резервов повышения интенсивности доменной плавки и снижения расхода кокса является использование стабилизированного агломерата в узком диапазоне крупности с содержанием фракции 0÷5 мм менее 5 %. Для получения качественного агломерата на передовых агломерационных фабриках мира устанавливаются сверхмощные агломерационные машины с площадью спекания 400÷600 м². Для таких машин предъявляют жёсткие требования к конструктивным параметрам газораспределительной колосниковой решётки агломашин.

Главным из основных параметров ленточной агломерационной машины является площадь активного сечения колосниковой решётки. Для агломашин Украины она составляет 8÷12 %. Это приводит к потере до 15 % мощности тягодутьевых средств [1].

В работе [2] кафедры металлургии чёрных металлов Днепродзержинского государственного технического университета (Днепродзержинск) обоснована необходимость увеличения площади активного сечения колосниковой решётки до 25 %. Однако из-за конструктивных решений колосников, их низкой стойкости, не всегда удаётся использовать этот резерв для улучшения качества агломерата и увеличения производительности агломерационных машин.

Постановка задачи. Целью данной работы является анализ существующих конструкций колосников и выдача рекомендаций по повышению производительности агломашин и качества агломерата.

Особенностью агломерационного процесса является то, что в результате возникновения отдельных зон спекаемого слоя, обладающих различным газодинамическим сопротивлением, в начальном периоде процесса спекания газопроницаемость слоя резко падает и некоторое время держится на минимальном значении, после чего начинает резко возрастать. Наряду с этим, в начальном периоде процесс идёт с меньшим коэффициентом избытка воздуха. Поэтому небольшая площадь активного сечения решётки может даже не оказывать сдерживающего влияния на расход воздуха в начале процесса агломерации, но лимитировать его в основной и заключительный периоды. Повыше-

ние производительности агломерационной машины с увеличением площади активного сечения объясняется уменьшением сопротивления решётки и ростом количества просасываемых газов, а также более равномерным распределением газового потока.

Для повышения площади активного сечения колосниковой решётки необходимо увеличение зазора между колосниками. Но это приведёт к увеличению крупности возврата, используемого в качестве подстилочного материала. Учитывая, что многие агломерационные машины работают без постели, такое решение невозможно.

Второй путь – это снижение толщины колосников. Для этого необходима конструкция колосника, более стойкая к износу, способная к самоочищению и изготовленная из жаропрочных и абразивно устойчивых марок стали.

Результаты исследований. Агломерационное производство характеризуется тяжёлыми условиями работы. Узлы и агрегаты большинства машин при эксплуатации подвергаются совместному интенсивному воздействию механических нагрузок абразивных материалов, высоких температур, химически агрессивных сред. Условия работы определяют предъявляемые к ним требования.

Например, средняя по площади агломашин типа АКМ-312 ОАО «ЕВРАЗ – ЗСМК». Температура газа, покидающего колосниковое поле, находится в пределах 200÷250 °С (достигая максимума 450 °С) [3]. Учитывая работу без постели, на машинах типа АКМ-75 температура корпусов спекательных тележек достигает 430÷480 °С, а верхних подколосниковых балок – 530÷680 °С.

Основной причиной обгорания и коробления колосников является образование в слое шихты вблизи колосникового поля очагов спекания с температурой до 1000÷1200 °С, которые возникают из-за скопления на колосниках крупных частиц топлива (коксыка) и отсутствия защитного слоя из подстилочного материала.

На рис.1 представлены фотографии колосников различных типов. Они изготавливаются как из чугуна, так и стали.

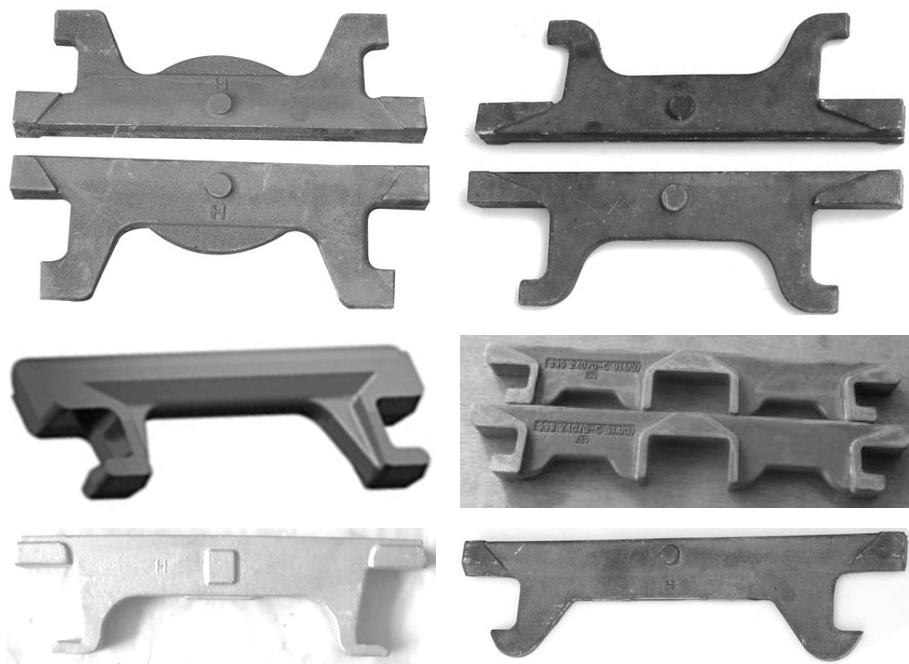


Рис. 1. Колосники конвейерных агломерационных и обжиговых машин

На рис. 2 представлена конструкция колосника [4], боковые и нижние части которого выполнены из жаропрочного бетона. При этом внутренняя часть колосника выполнена из углеродной стали. Такая конструкция, по мнению авторов, должна сохранить геометрические размеры колосников и зазоры между ними в ходе периода эксплуатации.

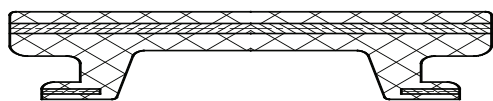


Рис. 2. Колосник, футерованный жаропрочным огнеупорным бетоном [4]

Жаропрочный бетон обеспечит стойкость к выгоранию колосников в атмосфере агломерационных газов при температуре $1300 \div 1500$ °С. Предложенные модели колосников из жаропрочного бетона и стальной арматуры могут быть использованы для стационарно установленных аглочаш периодического действия. При движении спекательных тележек колосниковая решётка выдерживает значительные температурные перепады ($20 \div 1500$ °С), удары материала при загрузке, залипание щелей жидкими продуктами агломерации, разгрузку агломерата и движение колосников при переходе с рабочей ветви на холостую. Поэтому стойкость колосниковой решётки с комплектацией таких колосников не позволит эксплуатировать агломашину продолжительное время.

Нетрадиционна конструкция колосника (рис. 3) [5] с вогнутой рабочей частью в продольном сечении. Такая конструкция должна обеспечить, по мнению авторов, повышение производительности агломерационных или обжиговых машин за счёт увеличения объёма шихты или окатышей, укладываемого на колосниковую решётку, без увеличения высоты матери-

ала над колосниковыми балками, а также долговечность колосников.

Во-первых, на производительность машины влияет газопроницаемость шихты, во-вторых, увеличивается площадь контакта решётки с агломератом, который приведёт к повышению износа колосников, и в-третьих, конструкция этого колосника ухудшит выгрузку агломерата и самоочищение системы колосниковой решётки, работающей без подстилочного материала, при разгрузке.

Колосник спекательной тележки агломерационной машины российских авторов [6] также имеет некоторые недостатки. Во-первых, это плоская поверхность колосника, контактирующая с шихтой (рис. 4). Острые углы колосника разрушат гранулы сырой шихты, и они будут проваливаться в зазоры, уменьшая

площадь активного сечения агломашин.

Авторы колосника [7] выполнили дистанционные планки, смещённые относительно друг друга. Это исключит перекрытие зазоров между колосниками, смещение расположения в системе колосниковой решётки и перегрев подколосниковых балок тележки (рис. 5). За счёт этого повышается срок эксплуатации колосников и решётки в целом.

Такое расположение дистанционных планок уменьшит площадь активного сечения колосниковой решётки.

Разработчиками [8] предлагается повысить стойкость колосника (рис. 6) за счёт более равномерного распределения тепла от рабочей зоны колосника по всей его длине. Это будет достигаться за счёт изменения конструкции среднего сечения тела, выполненного с верхней рабочей дугообразной поверхностью по форме дуги треугольника Релло, а также выполнения нижних боковых поверхностей в виде выпуклых частей относительно вертикальной оси колосника.

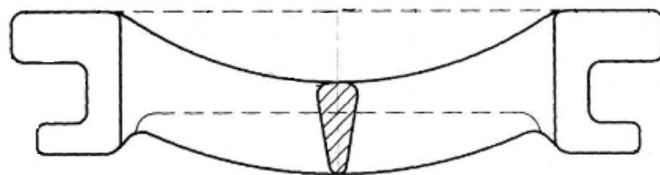


Рис. 3. Колосник с вогнутой рабочей частью [5]

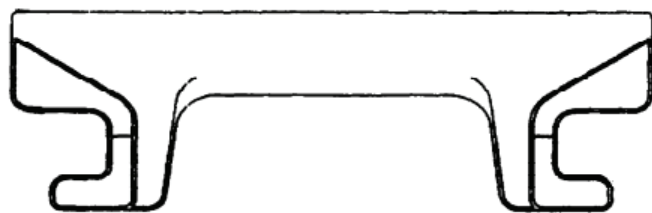


Рис. 4. Колосник с плоской рабочей поверхностью и закругленными скосами [6]

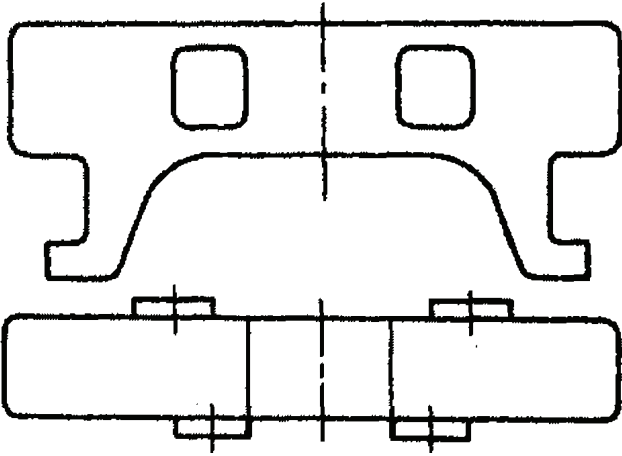


Рис. 5. Колосник со смещёнными дистанционными планками [7]

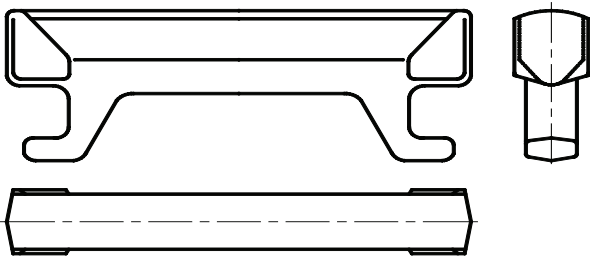


Рис. 6. Колосник с дугообразной рабочей поверхностью [8]

Увеличение высоты колосника в средней части позволит снизить температуру его поверхности, контактирующей с шихтой, и повысить прочность колосника в самой нагруженной его рабочей части.

Одна из задач колосниковой решетки [9] – обеспечение постоянства площади активного сечения колосниковой решетки за счёт самоочистки и стойкости. Расположение общего выступа в виде прямоугольника на боковых поверхностях головки, замка и его упора позволит, по мнению авторов, увеличить подвижность колосников в вертикальной плоскости при переходах с рабочей на холостую ветвь агломерационной машины (рис. 7). Дополнительно выполненные выступы на боковой поверхности колосника позволят при перемещении осуществить их равномерное расположение между собой и особенно в горизонтальной плоскости.

Удачной конструкцией колосника агломерационной машины является модель авторов [10]. Эта конструкция (рис. 8) используется на многих агломерационных машинах Украины. Колосник имеет повышенную стойкость к абразивному износу. Решётка

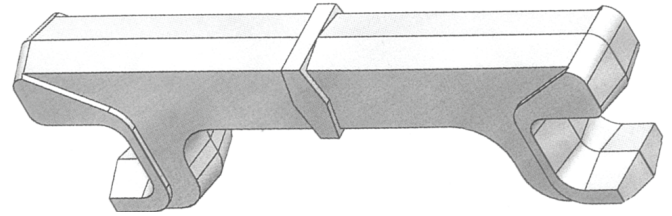


Рис. 7. Колосник с дополнительными выступами на боковой поверхности [9]

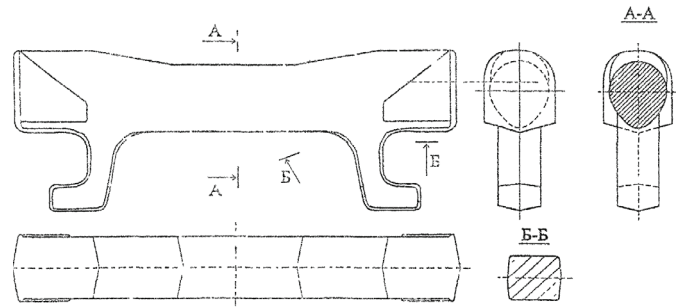


Рис. 8. Колосник [10]

эффективно самоочищается. Это позволяет значительное время удерживать площадь активного сечения на постоянном уровне.

Изобретателями ОАО «Днепропетровский меткомбинат» получено несколько патентов на полезные модели колосников [11, 12] и способ их изготовления [13].

Конструкция колосника [11] даёт возможность повысить самоочистку и его стойкость. Разделение тела колосника на рабочую часть, замки с зевами и нижними упорами позволило изготавливать его способами прокатки верхней рабочей части, порезки и сварки с нижней частью.

Разработка [12] отличается тем, что основное тело колосника изготовлено из специального горячекатаного периодического профиля, который представляет собой овал с площадками на диаметрально противоположных сторонах (рис. 10).

Эксплуатация таких колосников (рис. 9, 10) показала низкую прочность сварных соединений. Это приводило к изменению геометрии крепежной части или выпадению колосника из системы колосниковой решетки. Способ изготовления [13] колосников предусматривает использование специального горячекатаного профиля периодического сечения вместо литья и порезку на отдельные части. Поэтому такие конструкции колосников оправдывают себя низкой себестоимостью, возможностью изготовления и вторичного передела на собственном производстве.

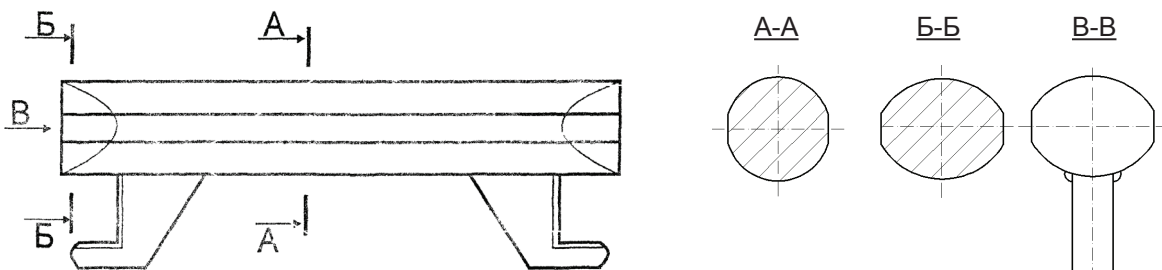


Рис. 9. Колосник [11], изготовленный методами прокатки верхней части и сварки с нижней частью

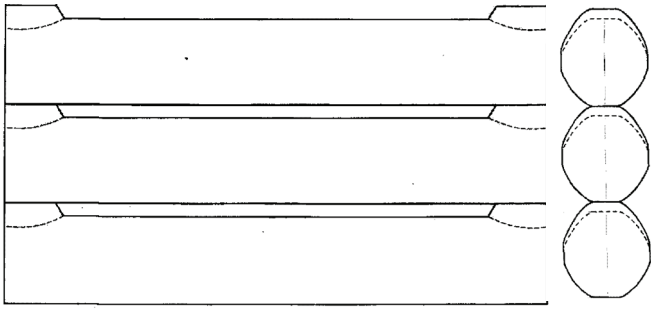


Рис. 10. Колосник горячекатаного периодического профиля [12]

Нужно отметить ряд моделей (рис.11, а) [14] и (рис.11, б) [15] Криворожского технического университета. Колосники и система колосниковой решётки решают вопросы увеличения площади живого сечения агломерационной машины и повышения долговечности.

Одним из недостатков конструкций (рис. 11), на наш взгляд, является рабочая многогранная часть колосников, выполненная с острыми углами. Это приведёт к частичному разрушению гранул агло-

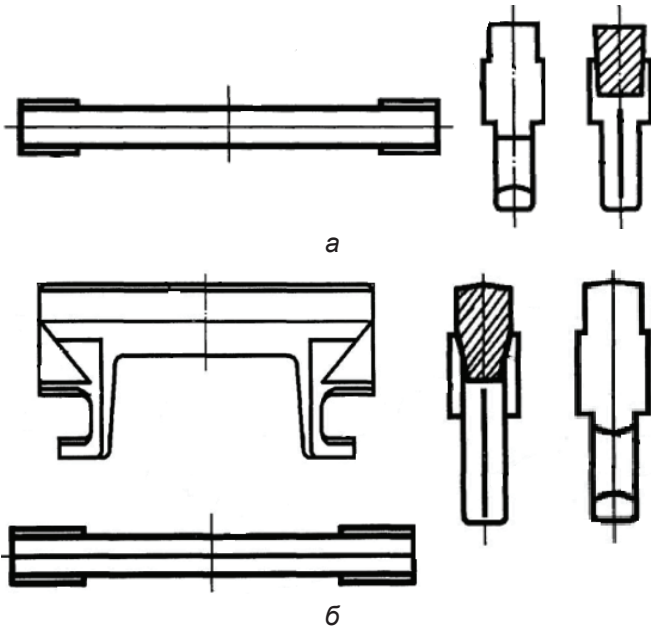


Рис. 11. Колосники многогранные: а – [14], б – [15]

шихты или окатышей и ухудшению газопроницаемости слоя. Крепёжная часть с многими составляющими, имеющими острые углы, будет находиться в зоне высоких температур и подвергаться при этом повышенному износу.

Для улучшения условий спекания Днепродзержинским государственным техническим университетом совместно с коллективом ОАО «Днепропетровский меткомбинат» разработан колосник [16], выполненный с разнесёнными по высоте крепёжной частью и рабочим телом. Это обеспечит уменьшение тепловых нагрузок на нижнюю крепёжную часть колосника и подколосниковые балки. Увеличение длины рабочего тела колосника увеличит площадь активного сечения агломашины (рис.12). Округлая рабочая поверхность улучшит его аэродинамику, газопроницаемость шихты особенно над верхней частью рабочего тела. Это приведёт к равномерному спеканию шихты, повышению производительности агломашины и стойкости системы колосниковой решётки.

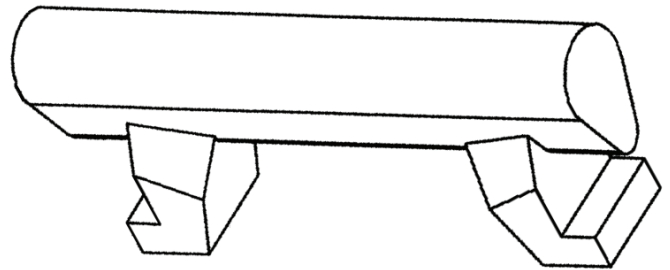
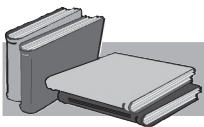


Рис. 12. Колосник с разнесёнными по высоте частями [16]

Выводы

Рассмотрены различные конструкции колосников агломерационных и обжиговых машин. Для различных условий производства агломерата предложены варианты полезных моделей колосников и системы решёток с целью повышения качества агломерата, производительности и снижения затрат материальных и энергетических ресурсов.



ЛИТЕРАТУРА

1. О возможности дальнейшего совершенствования конструкций агломерационных лент / Е. Ф. Вегман, А. Р. Жак, Е. А. Романчиков и др. // Сталь. – 1994. – № 3. – С. 7-12.
2. Бондаренко В. Д. Исследование влияния активного сечения колосниковой решетки на показатели агломерационного процесса и разработка рациональной конструкции колосников / В. Д. Бондаренко, Н. Р. Руденко // Теория и практика металлургии. – 2005. – № 1-2. – С. 24-27.
3. Фролов Ю. А. Анализ газодинамической работы агломерационных машин / Ю. А. Фролов // Сталь. – 2005. – № 6. – С. 42.
4. Патент 48107 Україна, МПК F27B 21/08. Колосник спікального візка агломераційної конвеєрної машини / Л. О. Іванова, М. О. Косіцин, І. І. Шофул – Опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
5. Патент 44490 Україна, МПК F27B 21/06. Колосник рухомого візка агломераційної або обпалювальної конвеєрної машини / Ю. С. Рудь, В. Г. Кучер, А. З. Крижевський – Опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.
6. Патент 2343386 Росія, МПК F27B 21/08. Колосник спекательной тележки агломерационной конвейерной машины / А. И. Гамей, В. Ю. Савинов, В. И. Коротков и др. – Опубл. 10.01.2009, Бюл. № 1.

7. Патент 26112 Україна, МПК F27B 21/08. Колосник агломераційної або обжигової машини / О. Г. Сагінор, О. П. Войтенко, Д. М. Габриелян та ін. – Оубл. 30.04.1999, Бюл. № 2.
8. Патент 63852 Україна, МПК F27B 21/08. Колосник агломераційного візка/ В. С. Бойко, В. В. Кліманчук, П. М. Кирильченко та ін. – Оубл. 16.05.2005, Бюл. № 5.
9. Патент 902 Україна, МПК F27B21/06. Колосникова решітка конвеєрної машини / Ю. Р. Руденко, В. В. Пихтін, М. Р. Руденко та ін. – Оубл. 16.07.2001, Бюл. № 6.
10. Патент 896 Україна, МПК F27B21/06. Колосникова решітка конвеєрної машини / Ю. Р. Руденко, В. В. Пихтін, М. Р. Руденко та ін. – Оубл. 16.07.2001, Бюл. № 6.
11. Патент 871 Україна, МПК F27B21/06. Колосникова решітка агломераційної машини / Ю. Р. Руденко, В. В. Пихтін, М. Р. Руденко та ін. – Оубл. 16.07.2001, Бюл. № 6.
12. Патент 580 Україна, МПК F27B21/00. Колосникова решітка спікального візка агломераційної машини / О. М. Ревякін, Ю. В. Гірін, А. С. Крижжановський та ін. – Оубл. 16.10.2000, Бюл. № 5.
13. Патент 40752 Україна, МПК B21H8/00. Спосіб виготовлення колосників/ О.М. Ревякін, Л.О.Анісімов, С.С.Бродський та ін. – № 99042396; Оубл. 15.08.2001, Бюл. № 7.
14. Патент 48811 Україна, МПК F27H 11/00. Система колосникових грат рухомих візків агломераційних або обпалювальних машин / Ю. С. Рудь, В. Г. Кучер – Оубл. 12.04.2010, Бюл. № 7.
15. Патент 53599 Україна, МПК F27B 21/00. Колосник візка агломераційної або обпалювальної конвеєрної машини / Ю. С. Рудь, В. Г. Кучер. – Оубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.
16. Патент 76601 Україна, МПК F27B21/06. Колосник візка агломераційної конвеєрної машини / М. Р. Руденко, К. А. Мусієнко Р. М. Руденко, та ін. – Оубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.

Анотація

Захарченко В. М., Руденко М. Р., Мусієнко К. А., Руденко Р. М.
Аналіз конструкцій колосників агломераційних машин

Розкрито вплив основних конструктивних особливостей колосників на їх стійкість при експлуатації і стабільність площі живого перетину колосникового поля. Аналізом стану виробництва та розрахунками встановлено резерв збільшення продуктивності та поліпшення якості спікання агломераційної шихти з підвищенням площі живого перетину колосникових грат до 25 %. Встановлено особливості роботи наведених колосників в системі колосникового поля. Запропоновано ряд конструкцій колосників з підвищенням ступенем самоочищення, площею живого перерізу і можливості виготовлення в умовах металургійного комбінату.

Ключові слова

колосник, конструкція, площа живого перетину, агломераційна машина, якість, продуктивність

Summary

Zakharchenko V., Rudenko N., Musienko C., Rudenko R.
Analysis of sintering machine grate bar designs

The influence of basic design features of grate bars on their persistence during maintenance and grate field open area stability were described. Using the analysis of production status and calculation it was established the reserve allowance for productivity increase and upgrade the charge sintering because of increase of open area square up to 25%. The peculiarities of grates operation in grate field were established. The series of grates designs with high degree of self-purification, open area square and ability for fabrication under conditions of metallurgical complex were proposed.

Keywords

grate bar, design, open area, sintering machine, quality, productivity

Поступила 29.04.15