

## Новая просеивающая поверхность для грохочения составных компонентов металлургической шихты. Сообщение 1

*Рассмотрены варианты новой конструкции просеивающей поверхности вибрационного грохота, позволяющей в условиях среднего и мелкого грохочения осуществлять активное неоднородное воздействие на обрабатываемую среду – высокоабразивное агломерационное топливо (кокс) и влажное, склонное к слипанию, металлургическое минеральное флюсовое сырье (известняк). Основные составляющие разработанной конструкции представлены в виде многокомпонентных металлических колосникообразных опор и составных упруго-эластичных элементов карточного типа, установленных без предварительного натяжения, жестко закрепленных на внешней поверхности данных опор.*

**Ключевые слова:** *вибрационный грохот, эффективность, долговечность, каркас корпуса, сито, амплитуда и частота колебаний, колосникообразная опора, колоснико-карточный элемент, надрешетный и подрешетный продукт*

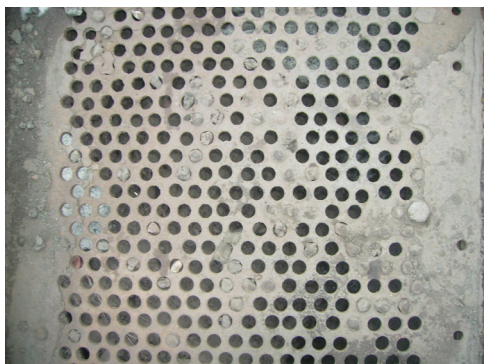
**П**остановка проблемы. В современных производственных условиях, в связи с постоянным повышением цен на энергоносители, все большее внимание уделяется поиску новых путей интенсификации процесса **разделения по заданной крупности** различных видов кусковых сыпучих материалов. Возникает острая необходимость в создании высокоэффективного технологического оборудования, способного в процессе фракционирования (вибрационного грохочения) обеспечить более качественную подготовку к завершающим переделам гранулометрического состава различных видов исходного металлургического сырья [1]. Длительный период времени в качестве основного рабочего органа вибрационных грохотов используются просеивающие поверхности (сита), сформированные сборными комплектами плоских металлических листов с квадратными, круглыми или щелевидными просеивающими отверстиями, либо из эластичных резиновых картмодулей, обладающих плоской перфорированной рабочей поверхностью (рис. 1-3).

В настоящее время данные разновидности просеивающих поверхностей не в полной степени позволяют обеспечить требуемое качество разделения по

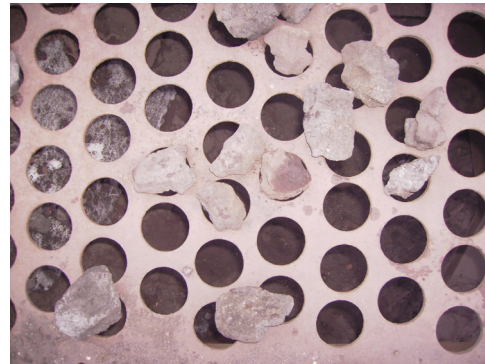
крупности, как для готового продукта, так и для основных составных компонентов металлургической шихты – агломерата, кокса, известняка, ферросплавов [2].

В частности, в технологических операциях коксохимического и металлургического производства плоско-листовые полимерные просеивающие поверхности вибрационных грохотов, снижая показатели **металлоемкости и уровень производственных шумов**, обладая достаточно высоким сроком эксплуатации, в условиях мелкого (среднего) грохочения недостаточно эффективно решают задачи удовлетворения потребительских требований, предъявляемых к повышению качества гранулометрического состава классифицируемого материала. Также для листовых резиновых картмодулей, из-за их значительных габаритов, характерны низкие показатели ремонтпригодности, обусловленные невозможностью полного восстановления их работоспособности в случае возникновения возможных отказов (локального износа, разрыва или растяжения), и соответственно необходимостью проведения замены карты, формирующей ситовое полотно.

Для решения вышеизложенного комплекса проблем, присущим традиционным конструкциям просеивающих поверхностей листовидного типа, одним из

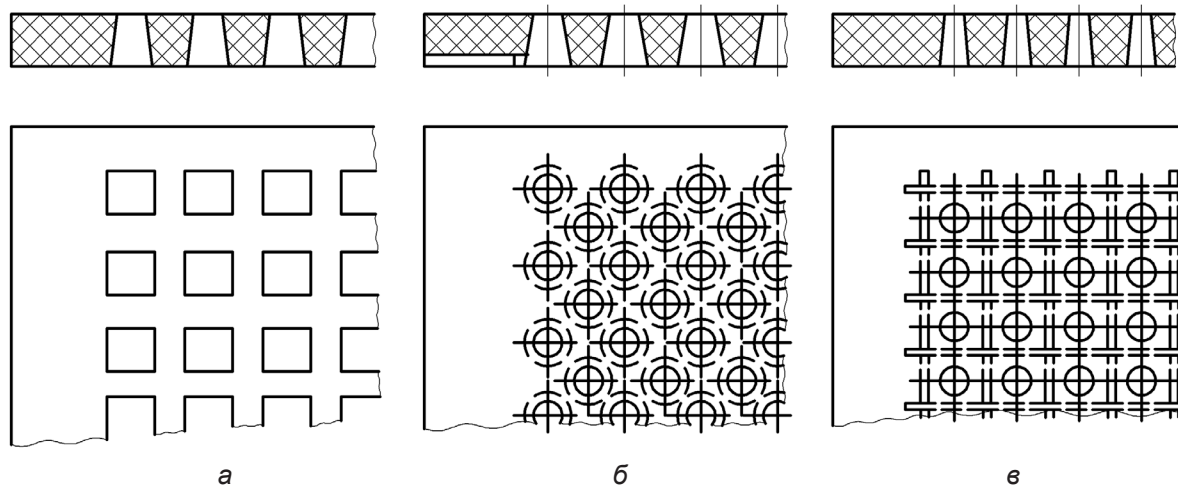


а



б

**Рис. 1.** Листовые металлические сита вибрационного грохота калибровки кокса со сверленными просеивающими отверстиями  $\varnothing 26$  (а) и 60 мм (б).

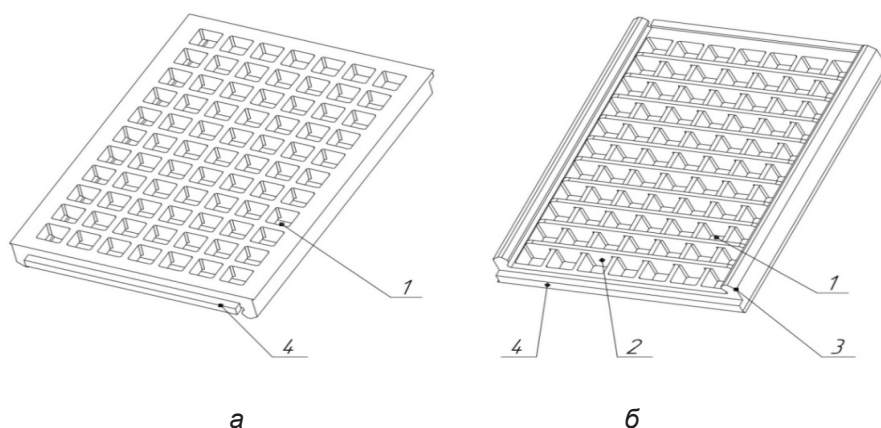


**Рис. 2.** Плоско-листовые резиновые сита-карты традиционных конструкций; а – с квадратными просеивающими отверстиями без армирования; б – с круглыми просеивающими отверстиями, армированные стальным листом; в – с круглыми просеивающими отверстиями, армированные стальной сеткой

наиболее перспективных направлений является разработка новых и совершенствование существующих разновидностей динамически активных полимерных просеивающих поверхностей, с целью их последующего эффективного использования в качестве основных рабочих органов, серийно используемых шихтовых вибрационных грохотов.

эффективности процессов грохочения составных компонентов металлургической шихты на различных стадиях их переработки в коксохимической и металлургической промышленности, путем использования принципа динамической активности, заложенного в новых перспективных конструкциях полимерных просеивающих поверхностей.

Одним из основных конструктивных несовершенств «динамически активной» просеивающей поверхности, составные элементы которой изготовлены из полимеров (эластомеров), находящихся в напряженно-деформированном состоянии, является снижение ее износостойкости и грузонесущей способности от постоянного взаимодействия с крупнокусковой абразивной твердой фазой. Поэтому, новые разновидности конструкций просеивающих поверхностей, предназначенных для очистки, сортировки и калибровки высокоабразивных, а также склонных к слипанию кусковых сыпучих материалов, должны в себе органично совмещать стабильные во времени показатели износостойкости и



**Рис. 3.** Листовая цельнорезиновая карта (а – вид сверху; б – вид снизу) сита эластичного модульного (СЭМ) производства НПО «Минералтехника»; 1 – просеивающее отверстие 30х30 мм; 2 – поперечно-продольные ребра жесткости; 3 – фигурный крепежный элемент; 4 – соединительный выступ.

*Анализ последних исследований и публикаций.* В условиях горно-металлургического и коксохимического производства Украины и СНГ, в промышленности нерудных строительных материалов алмазодобывающей отрасли, накоплен большой положительный опыт использования различных конструкций ленточно-струнных, резино-тросовых и струнно-тросовых сит [3-5]. Составные элементы данных конструкций изготовлены из износостойких полимерных материалов, обладают достаточно высокой грузонесущей способностью и в процессе классификации производят активное неоднородное воздействие на обрабатываемую среду [6].

В этой связи особую актуальность приобретают возможности дальнейшего повышения показателей

долговечности, с таким важным техническим показателем как высокая эффективность процесса грохочения.

Необходимо выделить некоторые важные положительные особенности и преимущества, присущие «активным» просеивающим поверхностям вибрационных грохотов, изготовленным из эластомеров, а именно: снижение динамических нагрузок на каркас короба грохота, за счет частичного поглощения энергии ударов, возникающих при контакте классифицируемого материала с упруго-эластичной просеивающей поверхностью; совершение под воздействием поля вибрационных сил и «кусковой технологической нагрузки» сложных колебательно-пространственных перемещений; сокращение трудоемкости, связанное с возможностью быстрой замены отдельных

изношенных составных эластичных элементов, непосредственно формирующих саму просеивающую поверхность вибрационного грохота.

**Цель исследования.** Целью настоящей работы является разработка новой высокоэффективной износостойкой конструкции резинометаллической просеивающей поверхности вибрационного грохота, получившая название – сито самоочищающееся колосниково-карточное (ССКК), обладающее зонами повышенной динамической активности с возможностью интенсивного неоднородного воздействия на обрабатываемую среду (рис. 4).

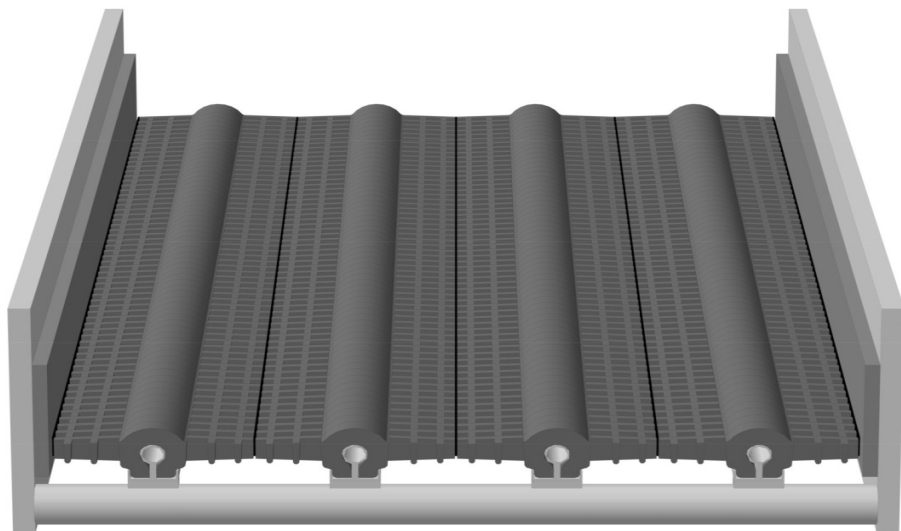


Рис. 4. Новая динамически активная просеивающая поверхность вибрационного грохота – сито самоочищающееся колосниково-карточное (ССКК)

**Основной материал исследования.** ССКК предназначено для использования в качестве просеивающей поверхности вибрационных грохотов коксохимического и металлургического производства с целью улучшения разделения по требуемой крупности высокоабразивного агломерационного топлива (кокса), а также, обладающего повышенной влажностью и склонного к слипанию, металлургического флюсового сырья (известняка).

С учетом условий эксплуатации и специфики технологического оборудования систем шихтоподготовки ПАО «Евраз ДМЗ им. Петровского» разработанная конструкция просеивающей поверхности вибрационного грохота – ССКК рекомендуется к использованию: в условиях участка коксортировки коксохимического производства для снижения на 0,4-0,7 % показателей фактической замельченности металлургического кокса марки КД-2 некондиционной коксовой мелочью крупностью 0-25 мм; в условиях известково-обжигательного участка кислородно-конвертерного цеха (в настоящее время находится на консервации) для получения оптимального гранулометрического состава металлургического флюсового сырья (известняка) с минимально возможным содержанием в нем мелкой фракции крупностью 0-20 мм.

Основой, взятой для разработки ССКК, послужило устройство [7], просеивающая поверхность которого

представлена установленными на металлических опорах эластичными колосниками трубчатой конфигурации. При этом каждый эластичный колосник имеет вид полого усеченного конуса, обращенного меньшим основанием к разгрузочному концу грохота. Обладающие упруго-напряженной рабочей поверхностью пустотелые колосники изготовлены из свернутых относительно своей продольной оси листов резинокордного композита трапециевидной формы. Криволинейно изогнутая рабочая поверхность пустотелых эластичных колосников, при воздействии на нее в процессе классификации кусковой «технологической нагрузки», обладает повышенной относительной подвижностью и имеет возможность снижать воздействие ударных нагрузок на жесткий каркас короба грохота за счет возникновения эффекта демпфирования.

Прототипом при создании первоначальной конструкции (ССКК) стало устройство [8], в котором просеивающая поверхность представлена комплектом подвижных эластичных колосников, установленных с предварительным натяжением в щелевидных пазах продольных двутаврообразных опор и жестко зафиксированных в них своими концевыми упорными утолщениями. В зоне растяжения колосники обладают дугообразно изогнутой вверх рабочей поверхностью (трапециевидной формы), снабженной выпуклыми продольными опорными кромками, совершающей по заданному гармоническому закону строго направленные колебательные перемещения.

Основными составными функциональными узлами (ССКК) являются: многокомпонентные продольные опоры, изготовленные в виде сварных металлоконструкций с поперечным сечением колосникообразной формы; съемные упруго-эластичные элементы, имеющие конфигурацию карточного типа, обладающие криволинейно изогнутой рабочей поверхностью переменной толщины и непосредственно формирующие динамически активную просеивающую поверхность (ССКК).

Упруго-эластичные элементы с отсутствием предварительной деформации (натяжения) установлены на внешней поверхности данных колосникообразных опор. В процессе монтажа данных упруго-эластичных элементов по установочной длине опор, с заданным шагом жестко закрепленных на связь-балках короба вибрационного грохота, в плоскости (ХОУ) (рис. 5) формируется ситовое полотно (ССКК), совершающее под воздействием поля вибрационных сил вынужденные изгибные колебания по заданному гармоническому закону:

$$Y = A(x) \sin \omega t$$

где:  $A(x)$  – амплитуда колебаний;  $\omega$  – частота колебаний;  $t$  – время колебаний.



## Основные технические характеристики ССКК ВГ

Возможная крупность разделения в процессе фракционирования, очистки, сортировки и калибровки кусковых сыпучих материалов	10-60 мм
Эффективность грохочения с использованием ССКК, полученная в лабораторных условиях	85-90 %
Ожидаемый рабочий ресурс съемных эластичных колоснико-карточных элементов, формирующих ситовое полотно	3000-4500 ч.
Время, затрачиваемое на замену одного, вышедшего из строя съемного эластичного колоснико-карточного элемента ССКК	не более 4 мин.
Масса одного съемного эластичного колоснико-карточного элемента	0,65-0,70 кг
Общая масса ССКК (в зависимости от вариантов исполнения) установленного на связь-балках короба вибрационного грохота	350-400 кг

Комплект продольных колосникообразных опор, изготовленных из сортового, фасонного и трубного металлопроката, жестко соединенных между собой сваркой в различных комбинациях двутавровых балок, прутков-стержней, трубных и швеллерных профилей и прямоугольных пластин, выполняет в разработанной конструкции (ССКК) функцию подситника.

В зависимости от вариантов исполнения, поперечное сечение колосникообразных опор может иметь двутаврообразную, крестоподобную или рельсообразную форму. Составные металлические компоненты опор рельсоподобного вида формируют продольные установочные пазы, предназна-

ченные для жесткого защемления в них концевых упорных утолщений упруго-эластичных карточных элементов. Исполнение колосникообразных опор с сечением крестоподобной и двутаврообразной формы предполагает частичный обхват их внешней поверхности сквозной фигурной внутренней полостью, расположенной в центральной части тела каждого упруго-эластичного элемента, с последующей жесткой дополнительной фиксацией последних прутками круглого поперечного сечения или резьбо-болтовыми соединениями.

Съемные упруго-эластичные элементы (ККЭ) представляют собой объемные формовые резинотехнические изделия, центральная часть которых по всей своей установочной длине выполнена с выпуклой дугообразно изогнутой поверхностью, образованной боковой поверхностью эластичного вала с лыской, а периферические части представлены двумя горизонтальными полками, соосно сопряженными с центральной частью данного РТИ.

Длина рабочих частей горизонтальных полок ККЭ, в зависимости от вариантов исполнения, колеблется в пределах 70-110 мм, что обуславливается физико-механическими свойствами композиционного материала, из которого они изготовлены, и величиной удельной рабочей нагрузки, прикладываемой к единице их площади. ККЭ создают сплошное покрытие по ширине каркаса короба ВГ в виде нескольких (от 3-х до 6-ти) переменного чередующихся желобчатых дорожек, образующих криволинейно изогнутую рабочую просеивающую поверхность переменной толщины, и изготавливаются из износостойкой высокомодульной протекторной резины, обладающей в растянутом состоянии низкой остаточной деформацией.

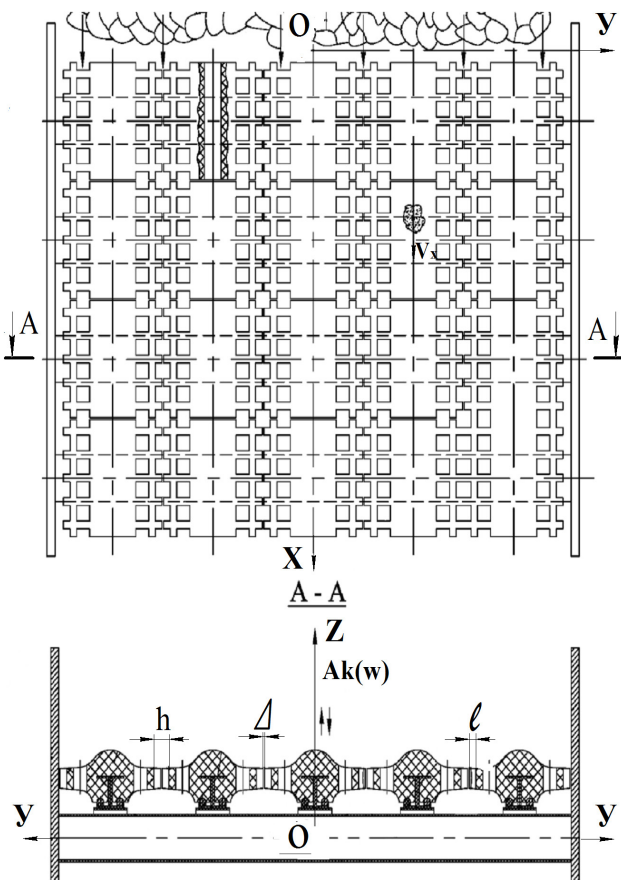
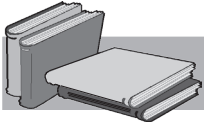


Рис. 5. Компоновка сита самоочищающегося колоснико-карточного (ССКК) в коробе вибрационного грохота (вид сверху и вид в плане)



## ЛИТЕРАТУРА

1. Проблемы калибровки металлургического минерального сырья – известняка / Г. В. Бергеман, И. В. Пелых, В. А. Петренко и др. / *Металл и литье Украины*. – 2008. – № 5. – С. 5-8.
2. *Вайсберг Л. А.* Проектирование и расчет вибрационных грохотов. – М.: Недра, 1986. – 144 с.
3. Резонирующие ленточно-струнные сита для грохотов / А. Г. Червоненко, В. П. Надутый, Л. А. Вайсберг и др. / *Строительные материалы*. – 1985. – № 2. – С. 29-30.
4. *Бардовский А. Д.* Армированные просеивающие поверхности для разделения трудногрохотимого нерудного сырья / Исследование процессов, машин и аппаратов разделения по крупности: Межведомственный сборник научных трудов. Л.: «Механобр», 1988. – С. 86-90.
5. *Берлин А. М., Рокач И. К.* Новая просеивающая поверхность для грохочения углей повышенной влажности / *Уголь Украины*. – 1996. – №12. – С. 29-31.
6. Исследование эффективности использования резонирующих ленточно-струнных сит на виброгрохотах дробильно-сортировочной фабрики Лебединского ГОКа / В. Н. Потураев, В. Ф. Щупановский, В. П. Надутый и др. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск: Деп. в ВИНТИ. – № 2938-В90, 1990. – 8 с.
7. А.с. № 1808421 А1 СССР. Колосниковый грохот / В. Н. Потураев, В. П. Надутый, И. В. Пелых. – Опубл. 15.04.93, Бюл. № 14.
8. А.с. № 1710144 А1 СССР. Колосниковый грохот / В. Н. Потураев, В. П. Надутый, А. А. Гольдин, Ю. Н. Яровой, И. В. Пелых. – Опубл. 07.02.92, Бюл. № 5.

### Анотація

*Пелих І. В.*

Нова просіюча поверхня для грохочення компонентів металургійної шихти. Повідомлення 1

*Розглянуті варіанти нової конструкції просіювальної поверхні вібраційного грохота, що дозволяє в умовах середнього та мілкового грохочення здійснювати активний неоднорідний вплив на середовище, що обробляється, – високоабразивне агломераційне паливо (кокс) і волога, схильна до злипання, металургійна мінеральна флюсова сировина (вапняк). Основні складові розробленої конструкції представлені у вигляді багатокомпонентних металевих руштиноподібних опор і складових пружно-еластичних елементів карткового типу, встановлених без попереднього натягу, жорстко закріплених на зовнішній поверхні даних опор*

### Ключові слова

*вібраційний грохот, ефективність, довговічність, каркас коробу, сито, амплітуда й частота коливань, руштиноподібна опора, руштино-картковий елемент, надрешетний та підрешетний продукт*

### Summary

*Pelyh I. V.*

New screening surface for composite components metallurgical charge. Report 1

*In this article were considered variants of the new design of the screening surface of the vibrating screen, that in average and fine screening allows to realize active dissimilar impact on processing medium, such as high-abrasive agglomerating fuel (coke) and as damp which is prone to sticking as metallurgical mineral fluxing raw material (limestone). Main components of the designed structure are presented shaped like many-component metallic grate bearers and composite resilient elastic elements by card mode, that were installed without prior tension and these rigid bearers on the outer surface.*

### Keywords

*vibrating screen, efficiency, longevity, framework of duct, sieve, amplitude and frequency of oscillations, vivid grate bearers, grate-card element, oversized and undersized product*

Поступила 18.02.14