

ПАРАМЕТРЫ РАЗГРУЗОЧНОЙ РЕШЕТКИ — ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РУДОПОДГОТОВКИ



КОЧНЕВ В.Г.
Директор
ООО «ТТД»,
канд. техн. наук



ГРУШИНСКАЯ О.В.
Заместитель
директора
ООО «ТТД»

Настоящая статья завершает серию из трех публикаций о процессе самоизмельчения исходной руды. Первый материал был посвящен мельницам самоизмельчения консольного типа, второй, вышедший в майском номере журнала «Золотодобыча» этого года, — каблучковой футеровке, и вот сейчас выходит статья о разгрузочной решетке.

В патентной и специальной литературе по вопросу влияния параметров разгрузочной решетки на показатели самоизмельчения уделено мало внимания, тогда как, на наш взгляд, ее роль весьма существенна не только при переработке кимберлитов. Нижеприведенные факты являются убедительной иллюстрацией к этому:

■ Одному из авторов приходилось анализировать работу мельницы самоизмельчения $D \times L = 3,66 \times 1,9$ м корпорации De Beers. В ней была смонтирована решетка такой конструкции, что при размерах ячейки 60×60 мм в разгрузке мельницы практически отсутствовал крупный класс (+10 мм) при его наличии в мельнице в объеме до 40 %.

■ Варьирование расположения и количества разгрузочных решеток с различными размерами ячеек позволяет получить совершенно отличающиеся друг от друга гранулометрические характеристики (данные испытаний мельниц № 1, 3, 6 на фабрике № 12, 1980 год), см. табл. 1–3.

Как видно из табл. 1–3, за счет расположения разгрузочных элементов и размера ячеек можно значительно изменить гранулометрию слива мельницы, довести его до 77,8 % отвального продукта (-2+0 мм) и в свою очередь значительно снизить нагрузку на обогатительные аппараты.

В мире используется огромное количество разгрузочных решеток с различными

ТАБЛИЦА 1. СИТОВОЙ СОСТАВ СЛИВА МЕЛЬНИЦЫ № 1 (РЕШЕТКА СНАБЖЕНА ДВУМЯ ПОЯСАМИ С РАЗМЕРАМИ ЯЧЕЕК 30 ММ)

-30+20 мм	-20+8 мм	-8+4 мм	-4+2 мм	-2+0,5 мм	-0,5 мм
13,8 %	12,8 %	2,9 %	4,6 %	11,3 %	54,6 %

ТАБЛИЦА 2. СИТОВОЙ СОСТАВ СЛИВА МЕЛЬНИЦЫ № 6 (РЕШЕТКА СНАБЖЕНА ПЕРИФЕРИЧЕСКИМ ПОЯСОМ С РАЗМЕРАМИ ЯЧЕЕК 20 ММ И ДВУМЯ ЭЛЕМЕНТАМИ 30 ММ)

-30+20 мм	-20+8 мм	-8+4 мм	-4+2 мм	-2+0,5 мм	-0,5 мм
2,0 %	16,8 %	6,7 %	5,6 %	8,7 %	60,2 %

ТАБЛИЦА 3. СИТОВОЙ СОСТАВ СЛИВА МЕЛЬНИЦЫ № 3 (РЕШЕТКА СНАБЖЕНА ПЕРИФЕРИЧЕСКИМ ПОЯСОМ С РАЗМЕРАМИ ЯЧЕЕК 20 ММ)

-30+20 мм	-20+8 мм	-8+4 мм	-4+2 мм	-2+0,5 мм	-0,5 мм
0,4 %	12,3 %	3,2 %	6,3 %	9,8 %	68,0 %

ячейками. Их многообразие — от круглых до щелевых продольных, металлических, резиновых, с лифтерами, полностью перекрывающими разгрузочный сектор и т.д. — еще раз подтверждает ненаучное происхождение.

Еще в 1970-х годах авторами было установлено, что при определенных геометрических параметрах ячеек производительность мало зависит от площади живого сечения, но при этом значительно меняется ситовой состав разгрузки мельницы (данные исследований на фабрике № 7 института «Якутнипроалмаз», данные испытаний мельниц на фабрике № 12), см. табл. 4–6.

Как видно из табл. 4–6, связь между живым сечением решетки и ее пропускной способностью очевидна и не является прямо пропорциональной.

Табл. 5 показывает, что при 11-кратной разнице в площади живого сечения пропускная способность не меняется, зато существенно меняются гранулометрические показатели слива мельницы. Этот фактор, по мнению авторов, будет иметь существенное значение при измельчении на действующих фабриках, поскольку представляет собой новый инструмент настройки технологии.

Показанные выше данные потребовали более глубокого изучения работы разгрузочных решеток и послужили основой для постановки специальных исследований.

Работы по решетке начались в компании «ТТД» в середине 1990-х годов. Для исследований был изготовлен стэнд, имитирующий разгрузочную часть мельницы (рис. 1).

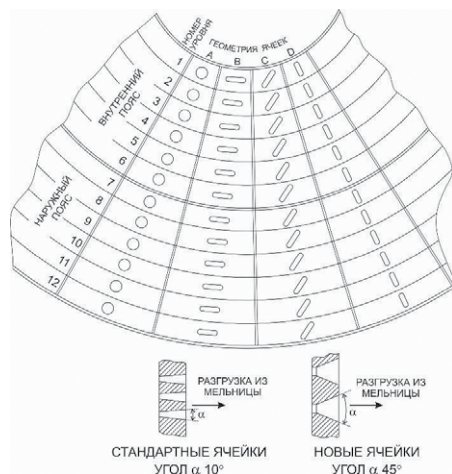


Рисунок 1. Экспериментальная решетка с высококонусными ячейками и стандартными ячейками с низкой конусностью

ТАБЛИЦА 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕШЕТКИ

Площадь живого сечения, м ²	Количество секций, шт.	Ширина щели, мм	Соотношение ширины щели и толщины решетки
0,2	4	50	2,5
0,14	8	20	1
0,035	2	20	1
0,018	1	20	1

ТАБЛИЦА 5. ЗАВИСИМОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ НАГРУЗКИ ОТ ПЛОЩАДИ ЖИВОГО СЕЧЕНИЯ

Площадь живого сечения, м ²	Производительность, т/ч	Циркуляция по +2 мм, %
0,2	1,62	220
0,14	1,7	66
0,035	1,67	40
0,018	1,6	32

ТАБЛИЦА 6. СИТОВОЙ СОСТАВ СЛИВА МЕЛЬНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЖИВОГО СЕЧЕНИЯ РЕШЕТКИ

Площадь живого сечения, м ²	Выход, %						
	-50+20 мм	-20+10 мм	-10+5 мм	-5+2 мм	-2+1 мм	-1+0,5 мм	-0,5 мм
0,2	37,8	22,0	6,0	3,1	1,9	2,0	27,2
0,14	2,5	20,0	10,0	7,3	4,5	5,1	50,6
0,035	1,5	12,0	8,0	6,8	4,5	5,0	62,2
0,018	1,0	10,0	7,0	6,0	4,0	5,0	67,0

Были изучены следующие вопросы: влияние конструктивных (конфигурации и размеров ячеек, их расположения по поясам, конструкции лифтеров, их наличия или отсутствия), а также технологических параметров (содержания различных классов крупности в мельнице, пропускной способности, коэффициента заполнения, площади живого сечения, относительной скорости вращения барабана мельницы). Отдельный этап был связан с изучением выхода алмазов различной крупности и влияние на него содержания мелкого класса (-1+0,5 мм) в мельнице.

Как видно из рис. 2, пропускная способность различных отверстий (ячеек) существенно отличается. Наибольшей пропускной способностью обладают ячейки-щели, расположенные радиально (D), наименьшей — круглые ячейки (A). Эти данные получены на высококонусных отверстиях.

Специально изучалась пропускная способность высококонусных (коротких) и стандартных отверстий для классов -4+2 мм (рис. 3) и -2+0,5 мм (рис. 4). Видно, что пропускная способность для высококонусных отверстий в 4–6 раз больше, чем для стандартных.

На диаграммах (рис. 5) показан выход алмазов-имитаторов через отверстия различной конфигурации и по разным уровням разгрузочной решетки. Наибольшей пропускной способностью по имитаторам обладают ячейки со щелями, расположенными радиально (D). При этом наблюдается относительно равномерное распределение имитаторов по всем уровням. Худшие результаты показали круглые отверстия (A): выход имитаторов наименьший и крайне неравномерный по уровням решетки.

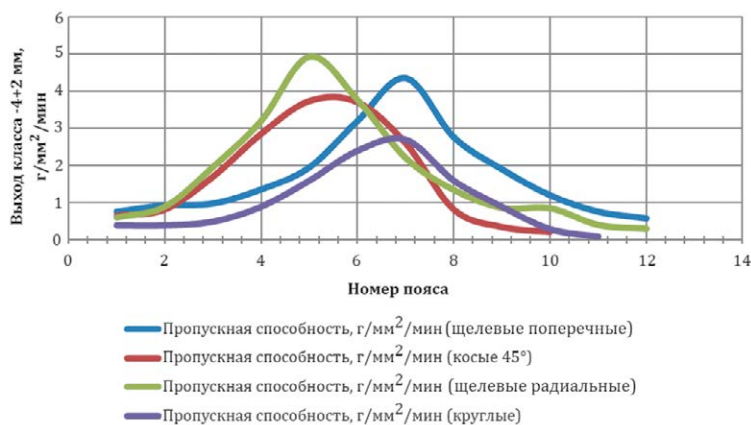


Рисунок 2. График зависимости выхода класса -4+2 мм от конфигурации отверстия и раскладки по поясам

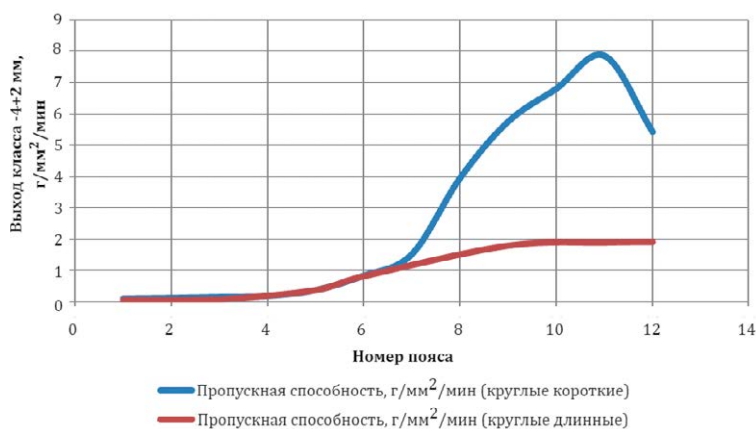


Рисунок 3. График зависимости выхода класса -4+2 мм от протяженности круглого отверстия

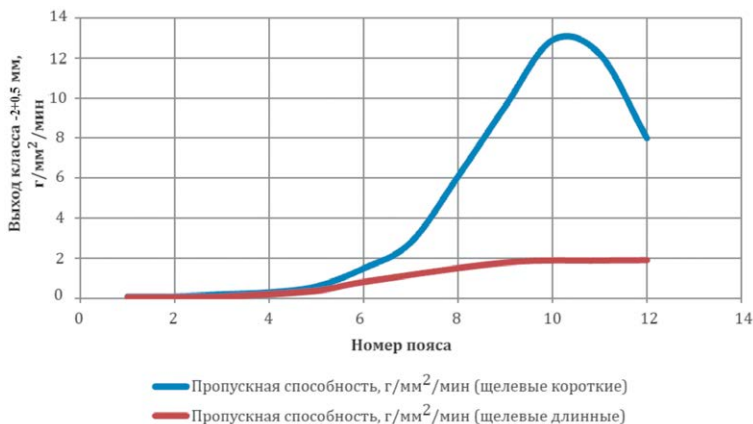


Рисунок 4. График зависимости выхода класса -2+0,5 мм от протяженности щелевого отверстия

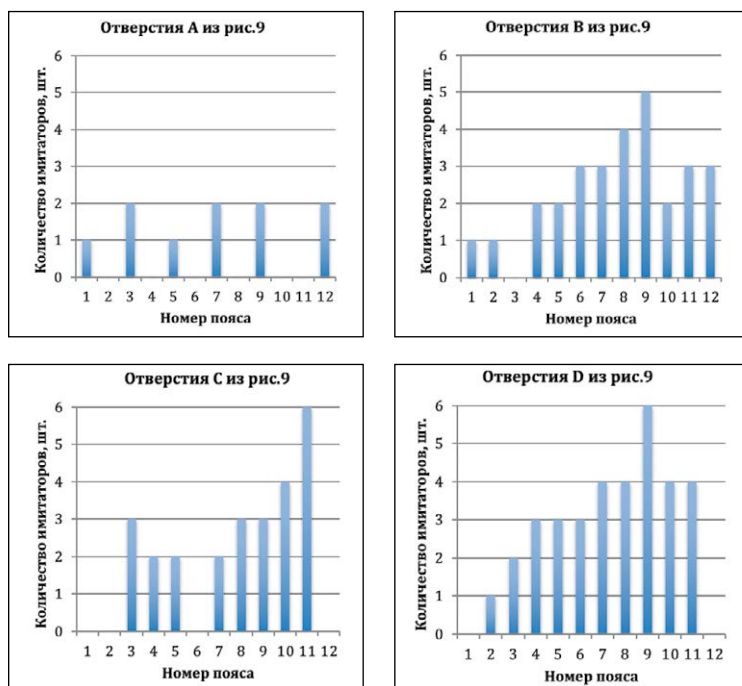


Рисунок 5. Диаграммы выхода алмазов-имитаторов через различные уровни разгрузочной решетки в зависимости от конфигурации отверстий

Диаграммы на рис. 6 показывают зависимость выхода алмазов-имитаторов от содержания мелких классов (-1+0,5 мм) в мельнице.

Как показали исследования, на выход алмазов-имитаторов по различным уровням решетки существенно влияет содержание мелкого класса в мельнице (-1+0,5 мм

для алмазных фабрик). При его содержании 10 % около 97 % имитаторов разгружается через периферический пояс (уровни 9, 10, 11, 12) и только 3 % — через пояс 5 (рис. 6). Увеличение содержания класса всего лишь до 30 % способствовало выходу имитаторов через внутренний пояс на 35 % при его равномерном распределении по поясам.

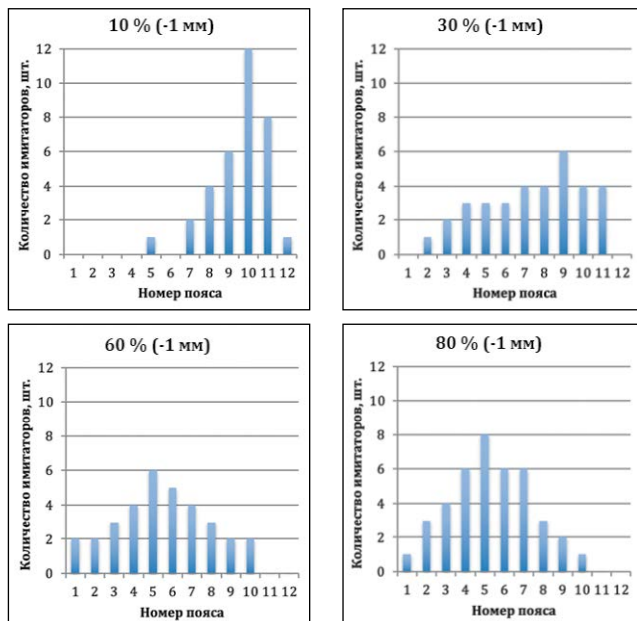


Рисунок 6. Диаграмма выхода алмазов-имитаторов через различные уровни разгрузочной решетки в зависимости от содержания мелкого класса в мельнице

При увеличении мелкого класса до 60 % выход через внутренний пояс составил уже 65 %. Он вырос до 73 % при содержании мелкого класса 80 % (рис. 6), при этом через периферические пояса 11 и 12 не вышло ни одного, а через уровень 10 — только один имитатор из сорока.

Анализируя эти диаграммы, становится очевидно, что при небольших содержаниях мелкого класса большинство алмазов располагаются по периферии, где имеют большую вероятность попасть под удар кинетически активных кусков.

При высоких содержаниях мелкого класса алмазы за счет сегрегации уходят в зону внутреннего пояса, где и разгружаются (если в этой зоне есть отверстия). Если они по ка-

ким-то причинам сразу не вышли, то будут крутиться внутри мельницы (практически у центра), не подвергаясь ударным нагрузкам.

На рис. 7–10 показаны некоторые устройства разгрузочных решеток, применяемых на российских и зарубежных фабриках.

Как видно на рис. 7, вся доступная поверхность занята разгрузочными ячейками, что говорит о главной задаче — добиться максимальной площади живого сечения. Такая решетка является традиционной, и ее можно увидеть на многих мельницах полусамозмельчения.

Другие конструкции (рис. 8–9) долгое время использовались на алмазных фабриках России. Заметно, что одно конструктивное решение базируется на продольно

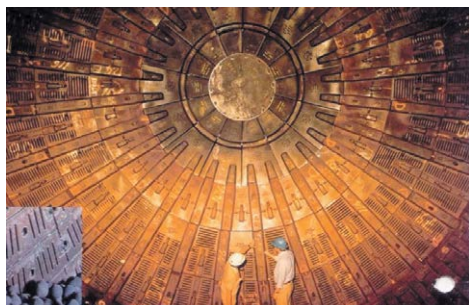


Рисунок 7. Стандартная решетка



Рисунок 8. Фрагмент стандартной решетки



Рисунок 9. Фрагмент стандартных решеток на алмазных фабриках

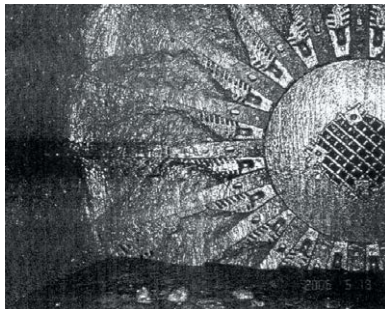


Рисунок 10. Фрагмент стандартных решеток на алмазных фабриках



Рисунок 11. Решетка компании «ТТД»

расположенных щелях, другое — на комбинации наклонных и круглых щелей, что опять же говорит об отсутствии какого-либо инженерного подхода.

Также стоит обратить внимание на вариант, изображенный на рис. 10, где глинистая руда пытается преодолеть барьеры, возведенные человеком. Имеется практически замкнутое пространство (глубокий карман) между лифтерами, куда набивается материал, а поскольку он не имеет относительного движения, просеивание останавливается или идет чрезвычайно медленно и только за счет подпора.

И, наконец, на рис. 11 показана решетка компании «ТТД», соответствующая всем требованиям, установленным проведенными ранее исследованиями: щели высококонусные, расположены радиально; периферические щели заглушены, чтобы создать слой мелкого материала; пропускная способность огромная (площадь живого сечения 0,98 м² для мельницы 5 м; такая же площадь живого сечения для мельницы ММС 7.0×2,3 обеспечивает производительность 120–140 т/ч); внутренний сектор сделан со щелями для вывода крупных алмазов; отсутствуют лифтеры, следовательно, нет отбрасывания матери-

ала, который, передвигаясь по решетке, обязательно находит свою щель.

Выявленные закономерности в работе разгрузочных решеток мельниц самоизмельчения, перерабатывающих кимберлиты, распространяются и на другие руды, например золотосодержащие, медные, медно-цинковые и др., которые прошли испытания на нашем технологическом стенде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен анализ работы промышленных разгрузочных решеток, а также проведены эксперименты по углубленному изучению их особенностей, которые показали слабую связь между площадью живого сечения и пропускной способностью решетки (изменение площади живого сечения в 11 раз не оказывает влияния на пропускную способность).

На основании экспериментальных работ была предложена промышленная решетка для мельниц самоизмельчения, перерабатывающих кимберлиты, значительно повышающая эффективность измельчения и сохранность алмазов. Установлено, что закономерности разгрузки измельченного кимберлита распространяются на другие типы сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет «Исследование на обогатимость кимберлитовых пород Золотицкого рудного поля с целью получения исходных данных для подсчета запасов и разработки промышленной технологии». Рук. Кочнев В.Г., ЦНИГРИ, 1986.
2. Кочнев В.Г. Комплексный подход к решению проблемы самоизмельчения кимберлитов, Горная промышленность, 2001, № 1.
3. Кочнев В.Г. Новая решетка для барабанных мельниц — новые возможности для технологии, очевидное увеличение дохода, Горная промышленность, 2000, № 4.
4. Савицкий В.Б. и др. Влияние параметров разгрузочных решеток на пропускную способность и время пребывания алмазов в мельницах мокрого самоизмельчения, Якутнипроалмаз, 2012.



ООО «Техника и Технология Дезинтеграции»

тел.: +7 (921) 930-8711

e-mail: v.cochnev@yandex.ru | www.ttd.spb.ru