

ЛИТЫЕ ЧУГУННЫЕ МЕЛЮЩИЕ ТЕЛА ЭЛЛИпсоИДНОЙ
ФОРМЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РЕСУРСО- И
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИЗМЕЛЬЧЕНИИ СЫРЬЯ И
МАТЕРИАЛОВ

В.А. Игнатов, А.А.Пахомов, А.А. Троянский, В.Л. Жук,
А.И. Туяхов, А.И.Ярмоленко, А.Н.Соболев
ОАО «Макеевский труболитейный завод», ДНТУ

У статті викладені результати досліджень застосування мелючих тіл із чавуну удосконаленої форми у вигляді еліпсоїдів, які вживаються у гірничорудній промисловості для дрібнення залізородних матеріалів. Показано їх переваги у порівнянні з катаними та литими кулями по собівартості виготовлення та ефективності дріблення матеріалів при однакових умовах експлуатації на діючому обладнанні.

В горнорудной, цементной, энергетической, керамической и других областях промышленности во всем мире ежегодно измельчается более двух миллиардов тонн сырья, при этом на Украине - более 70 млн. тонн.

Одним из основных видов оборудования для измельчения сырья используются мельницы барабанного типа, в которых измельчающими телами являются, в зависимости от стадии измельчения и вида измельчаемого сырья, катаные, кованые или штампованные стальные стержни, шары, цельпечсы или литые мелющие тела шаровидной, параболоидной или эллипсоидной формы. До 30 % от общих затрат на измельчение сырья и материалов приходится на долю мелющих тел. От формы, материала, способа изготовления и размеров мелющих тел зависят параметры работы мельниц и их производительность.

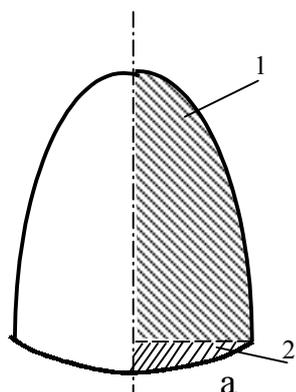
В промышленно развитых зарубежных странах (США, Англия, Германия, Франция и др.) от 20 до 35% общего объема производства мелющих тел составляют литые из нелегированного и легированного различных по химическому составу чугунов литьем в песчано-глинистые, металлические или комбинированные формы [1, 2].

Исторически сложилось представление, что наиболее рациональной и эффективной формой мелющего тела для измельчения материалов различной крупности является шар. В то же время установлено [3], что в процессе эксплуатации мелющих тел различной формы они после определенного периода приработки в

мельнице по форме приближаются к эллипсоидной. Такая форма обеспечивает более эффективный процесс измельчения сырья из-за большой контактной поверхности соприкосновения между измельчаемым продуктом и мелющим телом. Поэтому в последние годы для измельчения сырья и материалов в различных отраслях промышленности все чаще стали применять мелющие тела эллипсоидной и другой формы, отличной от шара, отливаемые из чугуна.

В странах СНГ ведущим и самым крупным изготовителем литых чугунных мелющих тел является ОАО «Макеевский труболитейный завод» (МТЗ) [1]. В настоящее время МТЗ специализируется на производстве мелющих тел эллипсоидной формы одиннадцати типоразмеров и шаров диаметром 40 и 60 мм из белого чугуна с отливкой в кокили на машинах конвейерного типа и шаролитейной кокильной машине соответственно. Предприятием совместно с УкрНИИМет, Донецким национальным техническим университетом (ДонНТУ), предприятиями энергетической и горнорудной промышленности разрабатываются технологии и оборудование для производства литых мелющих тел из нелегированного и легированного чугунов эллипсоидной формы с повышенными эксплуатационными характеристиками. Так, МТЗ совместно с УкрНИИМет была разработана новая форма мелющего тела [4], состоящая из двух сопряженных основаниями частей, одна из которых выполнена с эллипсоидной поверхностью в виде полуэллипсоида, а другая, сопряженная с основанием полуэллипсоида, выполнена со сферической поверхностью, центр которой расположен в вершине полуэллипсоида (рис. 1). Такая форма мелющего тела, в которой все поверхности являются криволинейными, дополнительно увеличивает площадь поверхности новой формы по сравнению с шаровидной и эллипсоидной формами при одинаковой массе. Так, например, при массе мелющего тела 0,8 кг, поверхность тела новой формы на 28% больше, чем шаровой и на 8% больше, чем гиперболической формы.

Мелющие тела новой формы и обычной (для сравнения) одинаковых типоразмеров у основания были отлиты из чугуна с содержанием 2,8 – 3,6 % углерода и 1,2 – 1,8 % кремния в кокиль и испытаны на ударостойкость в условиях опытного завода УкрНИИМет. Мелющие тела новой формы по сравнению с обычными имели ударостойкость в 2 – 3 раза большую, что было обусловлено снижением литых дефектов и концентраторов напряжения по поверхности.



а – схема мелющего тела:

1 – эллипсоидная поверхность; 2 – сферическая поверхность;

б – внешний вид мелющего тела

Рисунок 1– Мелющее тело эллипсоидной формы со сферическим основанием

В лабораторных условиях проведены экспериментальные исследования по определению влияния формы мелющих тел шаровидной и эллипсоидной формы на кинетику изменения фракционного состава измельчаемого материала. В шаровой мельнице полупромышленного типа измельчали железную руду класса 22 фракции 3 – 6 мм с использованием литых чугуновых эллипсоидов с диаметром основания 60 мм и литых чугуновых шаров диаметром 60 мм при одинаковой массе этих тел. В процессе измельчения железной руды отбирались пробы измельченного материала массой 0,1 кг через каждые 5 минут и определялась масса оставшейся, не подвергшейся измельчению, фракции 3 – 6 мм. Как показали исследования, убыль крупной фракции 3-6 мм при измельчении железной руды мелющими телами эллипсоидной формы происходит интенсивнее по сравнению с использованием тел шаровидной формы (рис. 2). Проведенные сравнительные испытания показали бóльшую эффективность качества помола мелющими телами эллипсоидной формы.

Промышленные испытания мелющих тел эллипсоидной формы типа ЭЧТ9-Н, изготовленные на МТЗ по техническим условиям У14-2-1258-2000, проводились на ОАО «Северный горно-обогатительный комбинат».

Целью испытаний являлось определение сравнительной износостойкости мелющих тел указанного типа по сравнению со стальными катанными мелющими шарами диаметром 60 мм из углеродистой рельсовой стали.

Сравнительные промышленные испытания проводились в условиях действующей рудо-обогатительной фабрики на железной руде текущей добычи на двух однотипных мельницах, в одну из

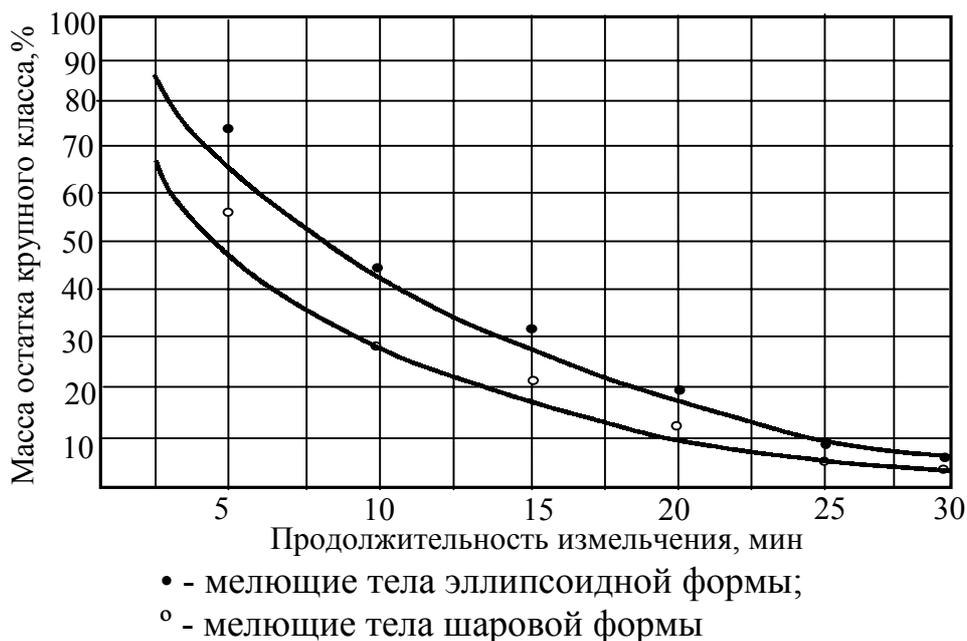


Рисунок 2 – Кинетика уменьшения доли крупного класса 3–6мм при измельчении железной руды на полупромышленной установке

которых были загружены стальные шары, а в другую – чугунные эллипсоиды. В ходе промышленных испытаний на сравнительных мельницах были выдержаны сопоставимые коэффициенты их заполнения в каждой стадии мелющими телами, производительность мельниц по исходному питанию, режимные параметры технологии и работающего оборудования. Степень заполнения объема мельниц телами опытно-промышленной партии составляла для шаров в среднем 37,7%, для эллипсоидов – 33,9%.

Результаты промышленных испытаний приведены в таблице 1.

Промышленными испытаниями установлено, что при практически равных исходных сопоставимых параметрах выход фракции железной руды – 0,05 мм во второй стадии измельчения на 4,6% выше в мельнице, загруженной мелющими телами эллипсоидной формы типа ЭЧТ9-Н по сравнению с мельницей, загруженной стальными шарами. Удельный расход мелющих тел эллипсоидной формы на 1 тонну руды и концентрата был выше на 8% в сравнении со стальными шарами. Ухудшения в работе мельницы, загруженной чугунными мелющими телами типа ЭЧТ9-Н, не установлено.

Таким образом, использование чугунных литых мелющих тел эллипсоидной формы взамен стальных катаных из углеродистой рельсовой стали в шаровых мельницах во второй стадии измельчения железной руды позволил увеличить количество мелкой фракции материала. Кроме того, стоимость чугунных литых мелющих тел в

сравнении с катаными стальными на 10 – 15% ниже.

Таблица 1 – Результаты испытаний на Сев ГоКе

Показатели	Единицы измерения	Тип измельчающих мелющих тел	
		шары	эллипсоиды
Материал		Сталь	Чугун
Твердость по Бринелю	НВ	375 - -570	415 – 510
Плотность	кг/см ³	7,80	7,32
Насыпной вес -неизношенных до загрузки мельницы	т/м ³	4,7	4,5
-изношенных внутри мельницы	т/м ³	4,7	4,5
Площадь поверхности тела	см ²	113,04	128,7
Диаметр мельницы	мм	3360	3360
Объем мельницы	м ³	49	49
Скорость вращения	об/мин	18,5	18,5
Содержание кл. – 50 мкм в разгрузке мельницы			
- минимальное	%	35,6	45,3
- максимальное	%	57,6	58,3
- среднее	%	44,8	49,4
Вес измельчающих тел на период окончания испытаний	т	62,92	68,58
Расход мелющих тел на период испытаний	т	97,98	137,07
Удельный расход мелющих тел:			
- на 1 т руды	кг/т	0,439	0,477
- на 1 т концентрата	кг/т	1,167	1,269

Экономический эффект от использования чугунных литых мелющих тел вместо катаных стальных шаров составил 350 гривен на каждой тонне используемых мелющих тел.

Литература

1. Игнатов В.А., Смирнов И.Х., Станиловский Г.Б., Солёный В.К. Использование чугунных литых мелющих тел – один из путей повышения эффективности производства// Металлургическая и горнорудная промышленность. –1997. - №4. –С.75-77.
2. Лифшиц М.И., Семенов О.Г., Сморгачев И.В. Повышение производительности промышленных мельниц в горнорудной промышленности. Науч. тр. МИСИС, т.38. –1988. –С.16-18.

3. Несвижский О.А. Производство мелющих тел для шаровых мельниц. – М.: Машгиз. – 1961. –149 с.
4. Станиловський Г.Б., Ігнатов В.О., Соболев О.Н. та інші. Патент на винахід, Україна, №17861, 03.12.96: Мелюче тіло.