

А.В. Таболич, зам. директора atabolich@npo-center.com
(Филиал НТЦ ОАО «НПО «Центр»)

П.С. Гребенчук, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНСТРУКЦИИ УСКОРИТЕЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНО- УДАРНЫХ МЕЛЬНИЦ ОАО «НПО ЦЕНТР»

В настоящее время ударно-центробежные мельницы, производимые ОАО «НПО Центр» находят широкое применение для измельчения различных материалов, которые с успехом заменяют во многих процессах традиционно применяемые шаровые мельницы, обладая более низким удельным энергопотреблением, низким намолом металла в готовый продукт, при помолу материал приобретает изометрическую форму зерна с хорошо развитой поверхностью, а то, что разрушение материала происходит по слабым местам: микротрещинам и граням спаянности, позволяет эффективно применять данные мельницы в технологиях обогащения различных руд.

Принцип действия центробежно-ударных измельчительных комплексов ОАО «НПО Центр» основан на разгоне частиц материала до большой скорости в межлопаточном пространстве ротора-ускорителя с последующим ударом об отражательные элементы [1].

Анализируя особенности работы различных помольных аппаратов, можно сказать, что не существует идеальных футерующих материалов, которые смогли бы полностью исключить износ рабочих элементов конструкции. Поэтому самым эффективным решением проблемы износа является недопущение воздействия частиц материала на рабочие органы за счет организации движения потока таким образом, чтобы материал не попадал на элементы конструкции и его течение происходило по самому же материалу, т. е. предусмотреть систему «самофутеровки».

Самофутеровка разгонных лопаток ротора измельчаемым материалом эффективно защищает разгонные лопатки ускорителя от износа. Выполнение лопатки ускорителя в виде сектора логарифмической кривой позволяет залегать части материала на его поверхности и в дальнейшем прохождение материала при его разгоне в ускорителе происходит по слою уже залегшего ранее материала.

Однако данная конструкция не лишена и недостатков. Во-первых, условие создания самофутерующего слоя предполагает такую форму лопаток ускорителя, при которой частицы материала на поверхности имеют нулевую скорость. После набора слоя самофутеровки наблюдается снижение скорости вылета частиц из ускорителя за счет реакции от изогнутого профиля лопатки с самофутеровкой и более высокого

трения материала о материал, чем при трении материала о металл. Это приводит к снижению общей эффективности помола, увеличению циклической нагрузки и как следствие – к снижению общей производительности.

Во-вторых, относительная сложность их изготовления, а также более тяжелая конструкции ускорителя, что сказывается на стоимости изготовления и общих энергозатратах на помол.

В третьих, наличие боковой обечайки ускорителя, защита которой обычно осуществляется путем наплавки защитного слоя электродами из специальных устойчивых к износу сплавов. Эта поверхность работает в сложной с точки зрения износа зоне. Материал, разогнанный в ускорителе, ударяется об отбойные элементы и зачастую не выносится сразу воздушным потоком, а ударяется о боковую поверхность ускорителя, что приводит к ее интенсивному износу.

Вариантом решения этих проблем, стала так называемая «открытая» конструкция ускорителя, в ней не предусмотрено устройство боковой стенки, поэтому материал, отлетая от отбойных элементов, попадает под удар летящих ему навстречу основной массы частиц разогнанного материала.

Лопатки в такой конструкции ускорителя могут быть двух видов: прямые, с поверхностью из износостойких материалов и в форме логарифмической кривой (аналогично закрытой конструкции).

Таким образом, главной задачей исследований являлось сравнение конструкций ускорителей: закрытой (традиционной с лопатками в виде логарифмической кривой), открытой с прямыми лопатками, установленными под различным углом к оси вращения ускорителя, и открытой с лопатками в форме логарифмической кривой.

Обозначение используемого ускорителя: ЗКС (закрытый), ОПС (открытый с лопатками вперед), ОНС (открытый с лопатками нормально), ОЗС (открытый с лопатками назад), ОЛС (открытый ускоритель с лопатками в виде логарифмической кривой).

Износ оценивался по потере веса элементов камеры измельчения путем взвешивания, а также путем визуального осмотра.

Быстроизнашивающиеся элементы ускорителей были изготовлены из низкоуглеродистой стали без термообработки для более четкого определения характера износа и сравнения его величины на разных типах ускорителей.

В закрытом ускорителе ЗКС и ускорителе ОЛС износ лопаток практически не наблюдался, т. к. вследствие изогнутой конструкции лопатки на ней создается слой материал, защищающий их от износа.

Износ элементов в открытом ускорителе идет интенсивней, т.к. данная поверхность не защищена слоем самофутерующего материала.

Наибольший износ в открытом ускорителе наблюдался на лопатках ускорителя. При всех углах установки лопаток наблюдался «чешуйчатый» характер износа. Это происходит из-за направления угла атаки частиц материала при прохождении ими междискового пространства ускорителя, а также характера движения пылевоздушного потока вдоль лопаток.

Сравнение характеристик износа различных типов ускорителей представлено на рис. 1.



Рисунок 1 - Сравнение характеристик износа

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что наиболее защищенной от износа конструкцией является ОЛС (открытый ускоритель с лопатками в виде логарифмической кривой). Интенсивный износ в ней был замечен только на установленных по периферии ускорителя билах.

Износ конструкции ОЛС по сравнению со стандартной закрытой (ЗКС) конструкцией ускорителя наоборот – меньше в 1,2 раза.

При анализе гранулометрического состава полученных продуктов было установлено, что:

1. Материал наиболее мелкого грансостава при одинаковом режиме работы центробежно-ударной мельницы можно получить при открытой конструкции ускорителя с лопатками, установленными нормально к оси вращения, при этом данный режим требует меньших энергозатрат на процесс помола, чем в закрытых конструкциях ускорителя.

2. Самой энергоэффективной является конструкция открытого ускорителя с лопатками, установленными с наклоном вперед по ходу вращения. Она обладает наименьшими энергозатратами на получение 1 см²/г поверхности. Однако при этом материал отличается более грубым грансоставом по сравнению с ускорителем ОНС.

Наименьший износ был зафиксирован в конструкции ОЛС. Главным преимуществом конструкции ОЛС по сравнению с открытыми конструкциями ускорителя с прямыми лопатками является отсутствие износа лопаток, которые защищаются самофутерующим слоем материала, что в разы повышает ресурс конструкции.

В среднем в открытом ускорителе ОЛС износ элементов ускорителя происходит в 1,2 раза медленней, чем в ускорителях закрытого типа, в 5 раз медленнее по сравнению с ускорителями ОНС и в 7 раз, чем в ОЗС. Однако стоит отметить, что в процессе производства лопатки будут стандартно защищаться износостойким материалом и разница в интенсивности износа будет значительно ниже.

Стоит так же отметить, что ускоритель ОЛС имеет значительно меньшую стоимость изготовления по сравнению с традиционными ускорителями ЗКС. Это обусловлено отсутствием боковой обечайки (как следствие отсутствия необходимости ее футеровки), общим облегчением конструкции и трудозатрат на ее производство.

По сравнению с открытой конструкцией ускорителей с прямыми лопатками, стоимость ускорителя ОЛС несколько выше за счет более сложного процесса изготовления лопаток. Однако эта разница компенсируется впоследствии за счет экономии на футеровке лопаток.

По результатам экспериментов даны рекомендации по оптимизации конструктивных параметров камеры измельчения центробежно-ударных измельчителей, на основании которых были внесены изменения в конструкторскую и технологическую документацию различных типоразмеров ударно-центробежных мельниц.

В настоящее время разработанная конструкция была использована в составе помольного оборудования центробежно-ударного типа, в частности, в измельчительном комплексе КИ-0,63, предназначенном для помола диоксида циркония, реализованном в РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1 Таболич, А.В. Центробежно-ударные мельницы для измельчения сырьевых материалов в производстве ячеистых бетонов / А.В. Таболич. – информационный бюллетень «Строительный рынок», вып. 5, 2008, С. 38–41.