

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЛЕНТЫ
АМОРФИЗИРУЮЩЕГОСЯ СПЛАВА В ПЛАНЕТАРНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

М. Н. ВЕРЕЩАГИН, С. И. КИРИЛЮК

Учреждение образования

«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. П. О. Сухого»

Гомель, Беларусь

Аморфные и микрокристаллические сплавы обладают высокими физико-механическими свойствами, прочностью при высокой пластичности, ударной вязкостью, коррозионной стойкостью и др. Поэтому размол аморфных и микрокристаллических сплавов производят в высоконергетически напряженных измельчающих аппаратах, вибромельницах, атриторах, планетарных мельницах и др.

Планетарные мельницы отличаются простотой конструкции, удобством в эксплуатации. В результате размол в планетарных мельницах получают материал с более равномерным распределением частиц по размерам. Размол в планетарной мельнице относится к наиболее производительным видам механического измельчения, обеспечивающим получение при достаточно высокой производительности порошков высокой дисперсности. Однако процесс измельчения аморфных материалов в аппаратах этого вида всесторонне не изучен. В связи с этим, в настоящей работе, проводились исследования по определению механизма размол аморфных лент, а также по установлению некоторых закономерностей и технологических особенностей размол в планетарной мельнице аморфных лент, полученных быстрой закалкой расплава.

Исходным материалом служили кусочки ленты аморфизирующего сплава Me-B-Si, полученные спиннингованием расплава на медный диск. Скорость охлаждения находилась в пределах 10^5 – 10^6 К/с, лента имела структуру близкую к аморфной. Дифференциально-термический и рентгеновский анализы показали, что структура аморфных сплавов не содержит в себе кристаллической фазы. На дифрактограмме отсутствовали максимумы кристаллической фазы, а на кривых ДТА при нагреве наблюдался сдвоенный экзотермический пик, эндотермический аналог которого при охлаждении отсутствовал, что подтверждает образование аморфной структуры. Измельчали их в планетарной мельнице при следующих технологических режимах: рабочий объем стакана 0,55 л, число оборотов мельницы $n=200$ об/мин, мелющими телами служили шарики из стали ШХ15 различного диаметра.

Измельчение в планетарной мельнице отчасти сравнимо с таковым в обычных шаровых гравитационных мельницах, оно осуществляется благодаря энергии удара шаров по измельчаемому материалу и частичному истиранию его между шарами. В планетарной мельнице энергия удара

мельющих тел может в 10–50 раз превышать ускорение силы тяжести, ввиду чего это – высокоэффективные аппараты с коротким циклом измельчения.

При изучении зависимости степени измельчения от количества мельющих шаров оптимальная загрузка шаров составляла 60–70 %-ной загрузки рабочего объема. Так как при малом количестве шаров уменьшается число ударов по частицам порошка, тогда как при большом содержании шаров в результате сокращения пути движения, значительно уменьшается их кинетическая энергия. В результате исследования установлено, что наиболее оптимальным является сочетание как шаров меньшего диаметра, так и шаров большего диаметра. Шары большего диаметра, обладая большей кинетической энергией, обладают и большей энергией удара, а шары меньшего диаметра обеспечивают большее количество точек соприкосновения, что в свою очередь также способствует измельчению, улучшает качество измельчения.

Исследование влияния количества загружаемого в барабан материала на выход фракции с максимальной дисперсностью показало, что оптимальная доза шихты должна занимать 15–20 % объема стакана, причем на начальном этапе размола может достигать 30–40 %. Уменьшение этого количества приводит к увеличению намолота материала мельющих тел, увеличение количества шихты значительно понижает эффективность размола.

Размол производился в планетарной мельнице фирмы «Fritch». Процесс измельчения протекал в течение 60 мин. Контроль проводился через – 15, 30, 45, 60 мин. На первом этапе наблюдалось интенсивное измельчение ленты и уменьшение объема шихты. После 30 минут размола основную массу составляли частицы с размером близким к одному миллиметру. Далее происходило менее интенсивное уменьшение размеров частиц, причем наблюдалось почернение порошка, что связано с увеличением намолота материала размольных тел и футеровки. После 60 минут размола порошок имел следующий фракционный состав; менее >0,05 мм – 14,5 %; > 0,063 мм – 17,8 %; > 0,1 мм – 25,8 %; > 0,16 мм – 28,6 %; > 0,2 мм – 10,5 % ; > 0,315 мм – 2,5 %; > 0,4 мм – 0,2 %; >0,63 мм – 0,1 %. Фракционный состав определялся с помощью ситового анализа. После размола производили исследование структуры порошка. Травление порошка составами азотной кислоты ничего не дало. Это обусловлено аморфным состоянием частиц порошка, т. е. сохранением исходного аморфного состояния, т. к. аморфные сплавы отличаются повышенной стойкостью к кислотам.

На основании проведенного исследования следует сделать вывод, что наиболее оптимальным способом получения мелкодисперсных равноосных порошков с аморфной структурой, является измельчение быстрозакаленных лент в высокоэнергонапряженных измельчающих аппаратах атриторах и планетарных мельницах. При этом сохраняется исходная аморфная структура и имеется возможность получить требуемый размер фракции порошка в зависимости от продолжительности размола.