

В. И. Козловский, ст. преп., канд. техн. наук;
О. А. Петров, доц., канд. техн. наук; Я. А. Потоцкий, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКА И КАВИТАЦИИ В КОМПЛЕКСЕ С БИСЕРНОЙ МЕЛЬНИЦЕЙ НА ДИСПЕРГИРУЕМЫЙ МАТЕРИАЛ

Тонкодисперсные материалы в последнее время находят широкое применение во многих отраслях промышленности. Значительно возрастающая при диспергировании удельная поверхность, появление на границе разрыва кристаллов свободных ионов способствуют повышению химической активности взаимодействующих веществ и позволяют получать новые материалы с уникальными свойствами [1].

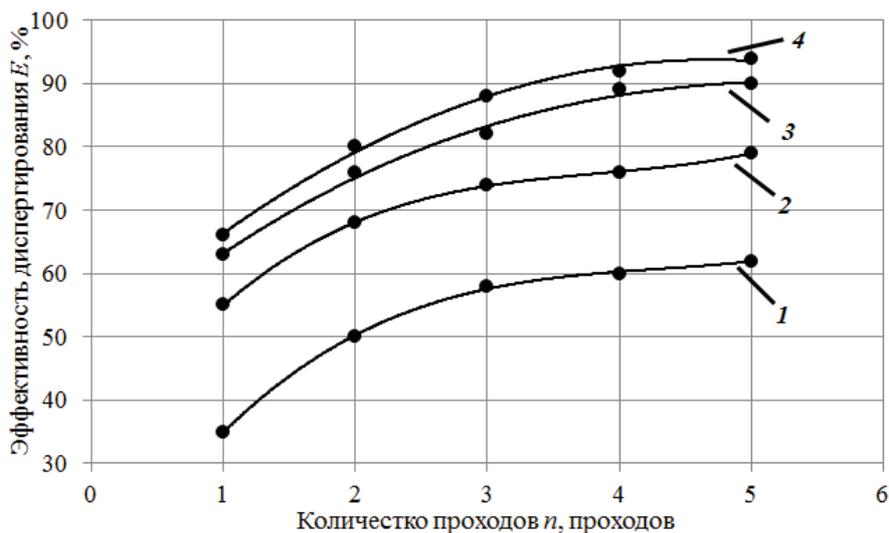
Проведенные исследования на вертикальной бисерной мельнице показали, что в данном помольном агрегате уже после первого прохода можно получать материал со 100% содержанием частиц размером менее 10 мкм [2]. Однако для дальнейшего снижения граничного размера и даже получения наночастиц необходимо увеличивать количество проходов материала через мельницу, что не всегда является энергетически выгодным. Решить эту проблему можно используя в комплексе с бисерной мельницей механическое воздействие среды [1].

В результате анализа диспергационных методов, и требований предъявляемых к ним, был скомпонован комплекс лабораторных установок. Основным агрегатом является вертикальная бисерная мельница (ВБМ), а вспомогательными – струйный кавитатор (СК) и ультразвуковой диспергатор (УД). В качестве измельчаемого материала использовался мел с размером частиц 200-500 мкм.

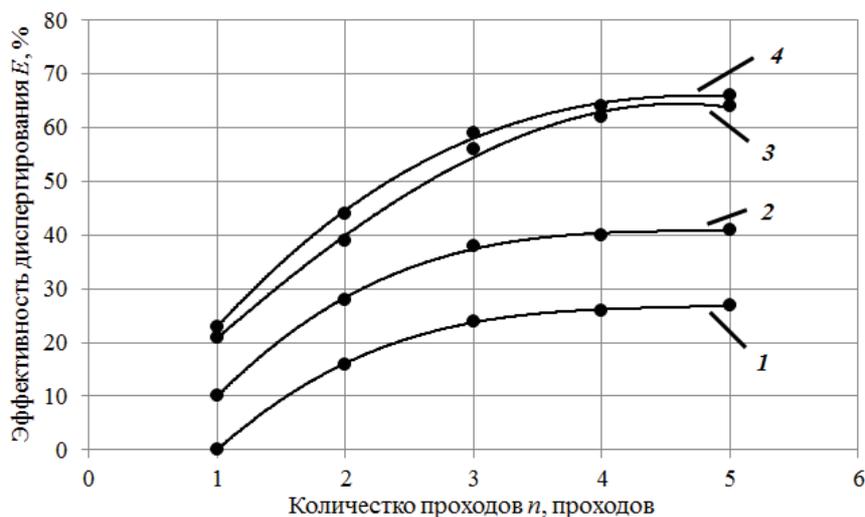
На начальных этапах исследований основной целью было получение данных об изменении размера частиц материала в зависимости от количества проходов суспензии через каждый агрегат в отдельности. В результате были получены характеристик крупности распределения размеров частиц. Их анализ показал, что в пробах наблюдается полидисперсный продукт с несколькими преобладающими диапазонами частиц, которые с увеличением числа проходов смещаются влево, т. е. происходит доизмельчение крупной фракции. За шесть проходов через ВБМ максимальный размер частиц в пробе составлял 4 мкм, через СК – 100 мкм, а через УД – 40 мкм. Также стоит отметить, что в основном процесс измельчения происходил за первые 2-3 прохода, далее максимальный размер менялся не значительно, но происходило доизмельчение крупной фракции.

Как и в предыдущих работах [2] за критерий эффективности E была принята доля конечного продукта меньше какого-то граничного размера, в данном случае 0,1 и 1 мкм, что соответствует сверхтонкому помолу.

Далее были проведены экспериментальные исследования на комплексе лабораторных установок результаты, которых представлены на рисунке в виде функциональных зависимостей $E = f(x_i)$, где x_i – граничный размер.



а)



б)

1 – ВБМ; 2 – ВБМ и СК; 3 – ВБМ и УД; 4 – ВБМ, СК и УД

Рисунок – Зависимость эффективности диспергирования от количества проходов материала: а) – граничный размер 1 мкм; б) – граничный размер 0,1 мкм

По экспериментальным зависимостям видно, что в случае использования ВБМ за первые три прохода показатель эффективности дис-

пергирования резко возрастает на 55–75% для граничного размера 1 мкм и на 25–40% – для 0,1 мкм. Дальнейшее увеличение числа проходов с 3 до 5 приводит к незначительному повышению эффективности на 5%.

Дополнительное воздействие кавитации привело к увеличению эффективности на 15–20% для граничного размера 1 мкм и на 10–20% – для 0,1 мкм. Также следует отметить, что даже за первый проход в измельченном продукте наблюдается фракция менее 0,1 мкм в размере 10%, а оптимальное количество проходов составляет три.

Что касается воздействия ультразвука, то он способствовал увеличению эффективности на 25–30% для граничного размера 1 мкм и на 20–35% – для 0,1 мкм. За первый проход получена фракция менее 0,1 мкм в размере 20%. Кроме того по сравнению с кавитацией ультразвук позволил повысить эффективность на 10-15%, а эффективность диспергирования в этом случае возрастает на протяжении 4-х первых проходов.

При совместном использовании ВБМ, СК и УД эффективность диспергирования возросла, однако ее значения всего на 3-5% выше, чем при применении ВБМ и УД.

В целом в результате экспериментальных исследований можно отметить, что совместное использование с ВБМ дополнительных механических воздействий сред, которые реализованы с помощью СК и УД, позволило повысить количество частиц с размером менее 0,1 мкм на 20–35%.

Однако использование УД привело к возрастанию эффективности на 10-20% по сравнению СК, кроме того производительности УД и ВБМ примерно одинаковые, а для СК необходима дополнительная расходная емкость с насосом для подачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козловский, В. И. Диспергационные методы получения тонкодисперсных материалов / В. И. Козловский, О. А. Петров – Химическая технология и техника: материалы 83-й науч.-техн. конф. проф.-препод. состава, науч. сотр. и асп. (с международным участием), Минск, 4-14 февраля 2019г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов; УО БГТУ. – Минск: БГТУ, 2019. – 56 с.

2. Козловский, В. И. Влияние размера мелющих тел на эффективность диспергирования материала в шаровой мельнице с мешалкой / В. И. Козловский, П. Е. Вайтехович, Т. В. Камлюк // Труды БГТУ. – 2016. – № 3: Химия и технология неорганических веществ. – С. 136–141.