

**Бревнов А. А.**  
к.т.н., доцент,  
**Бревнова О. В.**  
аспирант,  
**Левченко Э. П.**  
к.т.н., доцент

*Донбасский государственный технический институт, г. Алчевск, ЛНР*

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ЛОПАТОК МАШИН РАЗГОННО-УДАРНОГО ТИПА

Необходимость в дроблении различных материалов существует в металлургической, строительной, аграрной и других отраслях промышленности. Одним из эффективных способов дробления является измельчение насыпных материалов в машинах разгонно-ударного типа. Повышение радиальной скорости частицы способствует улучшению условий разрушения измельчаемого материала, поэтому важно использовать это преимущество при дальнейшем его движении в зоне действия разгонных лопаток.

Наиболее простым вариантом размещения разгонных лопаток является радиальное их расположение на роторе (рис. 1).

Для увеличения эффективности дробления необходимо придать частице достаточную энергию для ее разрушения во время удара об отбойную поверхность. Движение твердых частиц под действием внешних сил в зоне разгонных лопаток рассмотрено в различных источниках [1, 2]. Изучение поведения твердых частиц под действием разгонных лопаток основывается на решении уравнений движения материальной точки

$$m \frac{d^2 r}{dt^2} = F_{\text{ц}} - F_{\text{мп}}, \quad (1)$$

где  $m$  — масса материальной точки;  $F_{\text{ц}}$  — центробежная сила;  $F_{\text{мп}}$  — сила трения.

В работе [1] доказывается, что повысить эффективность ударного измельчения возможно за счет выполнения разгонных лопаток ротора, отклоненными в противоположную вращению сторону на величину  $12\text{--}14^\circ$  (рис. 2).

Систему уравнений, описывающую движение частицы по наклонной лопатке, в неподвижной системе  $Oxy$  можно записать в виде

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_{\text{ц}} \cdot \cos \varphi - F_{\text{мп}}, \\ m \frac{d^2 y}{dt^2} = F_{\text{ц}} \cdot \sin \varphi - F_k, \end{cases} \quad (2)$$

где  $\varphi$  — угол отклонения лопатки от радиального направления;  $F_k$  — сила Кориолиса.

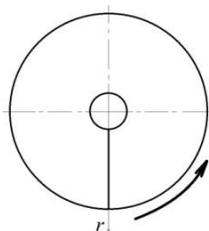


Рисунок 1 — Радиальное расположение лопатки

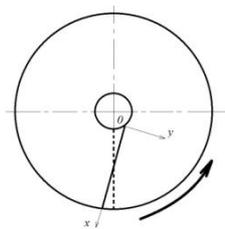


Рисунок 2 — Наклонное расположение лопатки

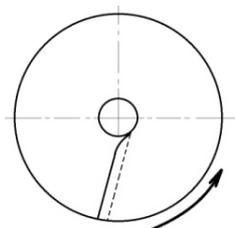


Рисунок 3 — Усовершенствованный профиль лопатки

В работе [3] рассмотрена задача улучшения скоростных характеристик движения твердых частиц при подходе к зоне действия вращающихся разгонных лопастей за счет замены конусного профиля питателя профилем в виде брахистохроны. Это определяет более выгодные начальные условия дальнейшего разгона частицы. Применить такое решение можно и к форме разгонных лопаток. Изменение формы прямой лопатки на профиль с дополнительным начальным участком в виде брахистохроны показано на рисунке 3.

В момент соприкосновения вращающейся лопатки с частицей происходит удар, с физической точки зрения, схожий с падением частицы на твердую поверхность под действием гравитации. При движении частицы на начальном участке лопатки по профилю в виде брахистохроны, в сравнении с прямой, реакция поверхности на частицу в большей степени отклонена к радиальному направлению, что позволяет повысить скорость частицы. К тому же, при таком профиле, в момент удара частицы о лопатку, энергия в меньшей степени расходуется на деформацию частицы, что также способствует увеличению ее скорости.

Таким образом, усовершенствование формы разгонных лопаток должно повысить эффективность разрушения измельчаемого материала за счет геометрического фактора, позволяющего сообщить частице дополнительный импульс, увеличивающий ее скорость.

### Список литературы

1. Гребенчук, П. С. Описание движения частиц материала в рабочей зоне ударно-центробежной мельницы / П. С. Гребенчук, Э. И. Левданский // Инженер-механик. — 2013. — № 4 (61). — С. 41–44.
2. Гарабажиу, А. А. Математическое моделирование процесса перемешивания сухих сыпучих материалов в энергосберегающем роторно-центробежном смесителе / А. А. Гарабажиу // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. — 2013. — № 3. — С. 126–134.
3. Бревнов, А. А. Сравнительный анализ условий подачи материала в разгонно-ударную дробилку / А. А. Бревнов, О. В. Бревнова, Э. П. Левченко // Сборник научных трудов Донбасского государственного технического института. — 2020. — Вып. 21 (64). — С. 88–93.