МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ

Худайбердиев О.Ж., Махмудова М.М., Насриддинова М.Б.

Аннотация. В данной статье рассматриваются математический расчет конусной футеровки. Расчёты ведутся с учетом вместимости руды в объеме между наружной и внутренней части конусной футеровки. При этом учитываются изменения силы трения и давления в указанном объеме, сам объем.

Ключевые слова. Конусная футеровка, руда, поверхности футеровки, объем вместимости, силы трения, давления на поверхность.

Введение

На износ футеровок конусной дробилки влияют постоянные ударные нагрузки, высокое давление, возникающее в процессе дробления руды, силы трения и перемещения абразивных частей. С учетом этих факторов продление срока службы и повышение эффективности футеровки считаются сегодня одной из ключевых задач. Футеровка - это специальный защитный слой или облицовка, наносимый на внутреннюю поверхность оборудования, сооружений или конструкций для защиты от агрессивных воздействий окружающей среды. Футеровка действует как подкладка, которая оберегает основу от износа, высоких температур, химических реакций или механических повреждений. Этот процесс широко применяется в промышленности и строительстве, где оборудование или сооружения подвергаются экстремальным условиям, таким как жар в печах, коррозия в трубопроводах или абразивное воздействие в горнодобывающей отрасли [1].

Предлагаемая нами научно-практическая новизна включается в том, что на изменение геометрические параметры поверхности конической футеровки. Конструктивное изменение поверхности брони обеспечило перераспределение вертикального давления в процессе изменения. Это

позволило существенно снизить интенсивность износа, эрозии, растрескивания и разрушения рабочей поверхности. Основная цель исследования - увеличение срока службы и производительности, а также снижение износа рабочей поверхности конусной футеровки. Скольжение частиц руды по поверхности футеровки и увеличивает долю составляющих трений и сжатия в процессе дробления (рис. 1)

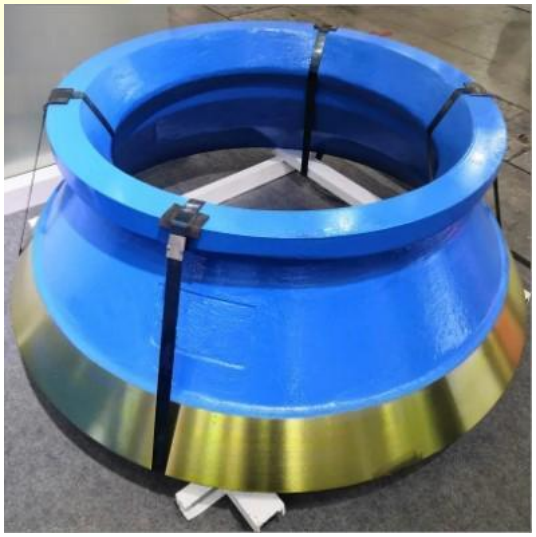


Рис. 1. Общий вид конической футеровки.

Очевидно, что введенные изменения геометрии внутренней футеровки имеет существенное влияние на качественный результат дробления вводимой руды. Далее приводим расчеты базируясь на следующих изменениях футеровки, такие как объем вместимости руды, обозначим его как $V_{\text{ос}}$, дополнительный объем $V_{\text{д}}$, силы трения $F_{\text{ос}}$ и $F_{\text{д}}$, а также давления $P_{\text{ос}}$ и $P_{\text{д}}$, на поверхности брони конической футеровки.

Здесь $V_{\text{ос}}$, $F_{\text{ос}}$, и $P_{\text{ос}}$ основные параметры, а дополнительные параметры $V_{\text{д}}$, $F_{\text{д}}$, и $P_{\text{д}}$ появляются на поверхности брони.

При выборе числа пластинок нужно учесть допуск по регламенту дополнительной нагрузки на футеровке, которая не должна перевешать 80-100 кг, на двигатель в используемой конической футеровки мельницы.

Тогда, сопоставим следующие отношения:

- отношение произведения основных силы трения и давления к основному объему, т.е.

$$\frac{F_{\text{ос}}P_{\text{ос}}}{V_{\text{ос}}}, \quad (1)$$

- отношение произведения суммы основных и дополнительных силы трения и давления к разности основного и дополнительного объемов, т.е.

$$\frac{(F_{\text{ос}}+F_{\text{д}})(P_{\text{ос}}+P_{\text{д}})}{(V_{\text{ос}}-V_{\text{д}})}.(2)$$

Предположим, что дополнительные параметры $V_{\text{д}}$, $F_{\text{д}}$, и $P_{\text{д}}$ составляют 1% основных параметров $V_{\text{ос}}$, $F_{\text{ос}}$, и $P_{\text{ос}}$ футеровки. В этом случае имеем

$$F_{\text{ос}} + F_{\text{д}} = F_{\text{ос}} + 0{,}01F_{\text{ос}} = 1{,}01F_{\text{ос}}, (3)$$

$$P_{\text{ос}} + P_{\text{д}} = P_{\text{ос}} + 0{,}01P_{\text{ос}} = 1{,}01P_{\text{ос}}, (4)$$

$$V_{\text{ос}} - V_{\text{д}} = V_{\text{ос}} - 0{,}01V_{\text{ос}} = 0{,}99V_{\text{ос}}.(5)$$

Если обозначить эффективность использования футеровки через $Q_{\text{ос}}$, а с дополнительными параметрами через $Q_{\text{д,}}$ то получим следующее:

$$Q_{\text{ос}} = \frac{F_{\text{ос}}P_{\text{ос}}}{V_{\text{ос}}} \text{и } Q_{\text{д,}} = \frac{(F_{\text{ос}}+F_{\text{д}})(P_{\text{ос}}+P_{\text{д}})}{(V_{\text{ос}}-V_{\text{д}})}.$$

Теперь используем полученные результаты (3)-(5), тогда имеем:

$$= \frac{1{,}0201F_{\text{ос}}P_{\text{ос}}}{0{,}99V_{\text{ос}}} = 1{,}03\frac{F_{\text{ос}}P_{\text{ос}}}{V_{\text{ос}}} = 1{,}03Q_{\text{ос}}.$$

Отсюда получим

Этот расчет показывает, что при условных дополнительных параметрах $V_{\text{д}}$, $F_{\text{д}}$, и $P_{\text{д}}$ составляют 1% основных параметров $V_{\text{ос}}$, $F_{\text{ос}}$, и $P_{\text{ос}}$ футеровки, то эффективность повышается на 3%. Очевидно, что, с учетом технического регламента, при повышение процентного отношения основных и дополнительных параметров, эффективность повышается пропорционально. Это доказывает целесообразности использования закрепленных металлических пластинок на поверхности брони.

Вывод

Таким образом, из проведенного расчета следует, что поверхности брони конической футеровки дробилки, является оправданным, целесообразном, эффективным и экономичном. Расчеты показывают, что при увеличении дополнительных параметров $V_д$, $F_д$, и $P_д$ эффективность увеличивается в 3 раза. Он увеличивает срок использования футеровки, уменьшает расходы на ремонт и других дополнительных затратах, таких как остановки и перезапуске мельницы, траты времени и человеческих рабочих часов.

Литература

1. https://rubberfoam.ru
2. Cleary, P.W.; Sinnott, M.D.; Morrison, R.D.; Cummins, S.; Delaney, W.G. Analysis of cone crusher performance with changes in material properties and operating conditions using DEM. *Miner. Eng.* **2017**, *100*, 49–70. [CrossRef]
3. Flávio, P.A.; Luís, M.T. Simulating a laboratory-scale cone crusher in DEM using polyhedral particles. *Powder Technol.* **2020**, *372*, 362–371.
4. Chen, Z.; Wang, G.; Xue, D.; Cui, D. Simulation and optimization of crushing chamber of gyratory crusher based on the DEM and GA. *Powder Technol.* **2021**, *384*, 36–50. [CrossRef]
5. Cheng, J.; Ren, T.; Zhang, Z.; Liu, D.; Jin, X. A Dynamic Model of Inertia Cone Crusher Using the Discrete Element Method and Multi-Body Dynamics Coupling. *Minerals* **2020**, *10*, 862. [CrossRef]
6. Meriam, J.L.; Kraige, L.G. *Engineering Mechanics, Dynamics*; John Wiley and Sons: New York, NY, USA, 1987; pp. 154–196.