



Исследование Производительности Дробилок При Измельчении Материалов

Р.Ж. Тожиев

*д.т.н. проф., Ферганский государственный технический университет, Республика
Узбекистан, г. Фергана*

Н.Р. Ражабова

*Ферганский государственный технический университет, Республика Узбекистан, г.
Фергана*

E-mail: n.rajabova@fstu.uz

Туйчиева Ш.Ш.

*Ферганский государственный технический университет, Республика Узбекистан, г.
Фергана*

Аннотация: В данной статье предлагается формула для расчета производительности конусных дробилок с пологим конусом, составленной на основе характеристик камер дробления и с учетом кинематики конуса, и определенной на основе анализа проблем, связанных с применением формулы для расчета производительности щековых дробилок к конусным дробилкам

Ключевые слова: гранулометрия, сила тяжести, консоль, центробежные силы, зона, камера, кинематика, форма, сжатия, эксцентриситет, условия разрушения, кольцевое отверстие, угол разворота, угол захвата, раздавливание, изгиб, частота колебания.

Введение

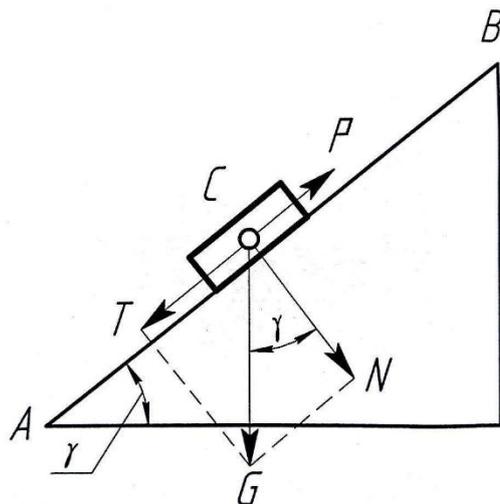
Большое количество факторов конструкционного характера, разнообразие физико-механических свойств и гранулометрии перерабатываемых материалов не позволяют обобщить их противоречивые влияния в единой аналитической зависимости по определению производительности конусных дробилок среднего и мелкого дробления. Поэтому для расчета производительности дробилок рекомендован ряд теоретических и эмпирических формул, справедливых в определенных диапазонах.

Для определения производительности конусных дробилок до сих пор с соответствующими поправками используются формулы для щековых дробилок [1,2,3].

Однако, эти формулы для определения производительности применимы при расчете только тех конусных дробилок, в которых материал выпадает под действием силы тяжести. Таким образом, указанные формулы действительны для длинно конусных дробилок (крупного дробления). При расчете дробилок с консольным валом (дробилок среднего и мелкого дробления), в которых материал выпадает из дробилки под действием сил тяжести и центробежных сил инерции, эти формулы неприемлемы

Для дробилок среднего и мелкого дробления производительность определяется исходя из следующих допущений:

1. куски измельчаемого материала скользят по наклонной поверхности дробящего конуса под действием силы тяжести и центробежных сил инерции (рис.1);
2. каждый кусок измельчаемого материала за время прохождения параллельной зоны должен быть сжат дробящими поверхностями конусов не менее одного раза.



1-рис. Схема скольжения измельчаемого материала по наклонной поверхности дробящего конуса.

В результате обработки полученных данных теоретических и экспериментальных исследований, отчетливо прослеживается взаимосвязь производительности дробилки с кинематикой, формой и поверхности конусов, также типа конусных дробилок.

Объясняется это взаимосвязь изменением составляющих хода сжатия, перпендикулярных и параллельных образующей конуса с изменением угла разворота эксцентриситета. Отсюда изменяются и условия разрушения кусков материала по глубине камеры дробления и условия выхода готового продукта из камеры.

С учетом вышеуказанных параметров и кинематики конуса расчет производительности дробилки предлагается ввести по формуле

$$\Pi = F \cdot V \cdot K,$$

где F – площадь кольцевого разгрузочного отверстия дробилки;

V – скорость отхода подвижного конуса от неподвижного в верхней зоне камеры, определяющая и скорость истечения материала;

K – характеристика камеры дробления.

С учетом хода сжатия, перпендикулярных и параллельных образующей конуса с изменением угла разворота эксцентриситета.

$$F = \frac{\pi}{4} \left[2D(\epsilon_0 - \epsilon) + (\epsilon_0 - \epsilon)^2 \right]$$

где D – диаметр внутреннего подвижного конуса на уровне разгрузочной щели;

ϵ_0, ϵ – минимальная и максимальная разгрузочные щели камеры дробления при

$$\epsilon = \epsilon_0 + S_{ул};$$

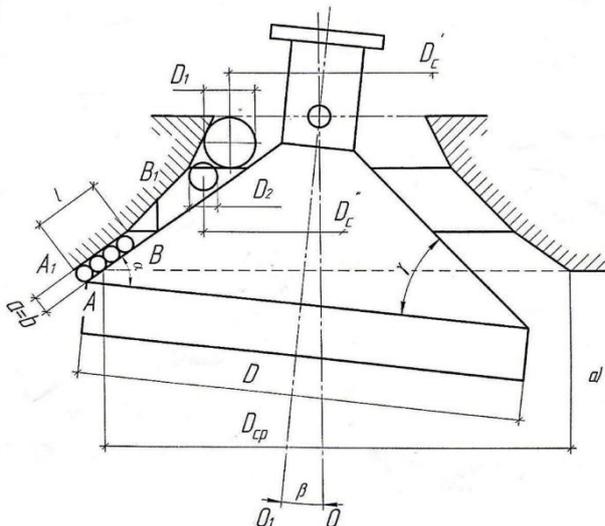
где $S_{ул}$ – ход конуса в нижней зоне вдоль оси ОУ.

Площадь кольцевого разгрузочного отверстия не зависит от величины угла разворота эксцентриситета.

Процесс дробления в конусных дробилках исходит с процессом дробления в щековых, но камера дробления, в которой лежит действительный угол захвата конусных дробилок представляется криволинейной. Поэтому криволинейной форме дробящей поверхности и динамического характера приложения нагрузки связи с этим отклонение вектора скорости от нормали приводит к тому, что на материал действует одновременно нормальная и сдвигающая нагрузки. Напряженное состояние контактной зоны пуска в



этом случае существенно отличается от напряженного состояния при действии одних сжимающих нагрузок как в щековых дробилках. Область приложения растягивающих напряжений в куске с ростом касательной нагрузки увеличивается. Появления сдвигающей нагрузки приводит к перераспределению напряжений в контактной зоне и как следствие, изменению условий захвата материала в камере (рис. 2).



2-рис. Схема к расчету производительности дробилок с консальным валом

Это приводит к тому, что подвижный конус прихватив за собой дробимой кусок материала тащить в нижнюю полость (в камеру) конусной дробилки и не даст ей возможность в верх, позволяя увеличить угол захвата “ α ”.

Кроме того, благодаря конической форме дробящих поверхностей происходит не только раздавливание материала, как в щековых дробилках, но и его изгиб (рис.3). Этим облегчается процесс дробления, так как сопротивления изгибу пород значительно меньше сопротивлению раздавливания

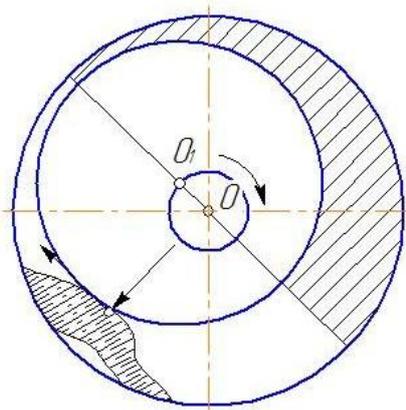
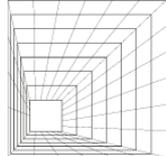


Рис-3. Схема раздавливания и изгиба материала между дробящими поверхностями.

Если эксцентриситет e отсчитывается на уровне нижнего основания подвижного конуса. Для этого случая $S_{ул} = 2e$.

Скорость выхода материала из камеры дробления – величина интегральная и определяется конструктивными особенностями самой дробилки, ее камеры и частотой колебаний конуса.

Для дробилок с верхней точек гирации скорость продвижения материала по камеры и его выход будут определяться скоростью отхода образующей подвижного



конуса в перпендикулярном направлении от образующей неподвижного конуса в верхней зоне камеры. Отход конуса в перпендикулярном направлении, достаточный для снятия упругопластических деформаций в материале, обеспечивает его дальнейшее продвижение вниз с гарантией, достаточной разгрузочной щели в нижней зоне камеры.

Тогда $V'_c = S'_{c/t}$, где $t = \frac{60}{2n}$ при частоте колебаний конуса в минуту n .

За характеристику камеры дробления дробилки с верхней точкой гирации взята

величина
$$K = 1 + \frac{S'_e}{S'_a},$$

где S'_e , S'_a - составляющие хода сжатия конуса в направлении, перпендикулярном образующей подвижного конуса для верхней и нижней точек конуса.

При изменении кинематики конуса, путем разворота эксцентриситета осей конусов на угол ψ , характеристика камеры дополняется множителем $(1 \pm S_{m\psi})$, учитывающим изменение в величинах хода сжатия. Знак “плюс” соответствует $\psi=0\dots180^\circ$, “минус” $180\dots360^\circ$, что учитывают изменение направления движения точек образующей конуса.

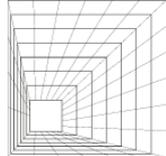
Общая производительность дробилки:

$$P = F \cdot V'_c \left(1 + \frac{S'_e}{S'_a} \right) (1 \pm S_{m\psi})$$

Таким образом, учет характеристики камеры дробления позволяет наиболее точно определить производительность конусных дробилок с консольным валом. Предлагаемая зависимость по определению производительность дробилки с пологим конусом, с учетом кинематики конуса может применяться как оценочная на стадии проектирования дробилки и назначения ее конструктивных параметров.

Список использованной литературы:

1. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Москва, «Высшая школа», 1971.
2. Сергеев Д.П. Строительные машины и оборудование. Москва, «Высшая школа», 1987.
3. Руднев А.Д., Руднев В.Д. Расчет угла захвата камеры дробления щековых и конусных дробилок с учетом влияния вектора скорости. Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1985. № 2
4. Rasuljon, T., & Nargizaxon, R. (2022). Impact on the internal structure of materials to drying process. *Universum: технические науки*, (10-6 (103)), 10-18.
5. Rajabova, N., & Rasuljon, T. (2023). Impact of disperse materials internal structure to drying process. In *наука и технологии-2023* (pp. 10-21).
6. Ахунбаев, А. А., & Ражабова, Н. Р. (2021). Высушивание дисперсных материалов в аппарате с быстро вращающимся ротором. *Universum: технические науки*, (7-1 (88)), 49-52.
7. Тоjiyev, R., & Rajabova, N. (2022). Impact on the internal structure of materials to drying process. *Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсutowич, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии, -2022-С. 10.*



8. Rajabova, N. R., & Qodirov, A. B. (2022). Drying tonkodisperse materials in an unsuccessed rotary-druming machine. *International Journal of Advance Scientific Research*, 2(06), 35-39.
9. Tojiyev, R., & Rajabova, N. (2021). Experimental study of the soil crust destruction mechanism. *Scientific progress*, 2(8), 153-163.
10. Jumaboevich, T. R., & Rakhmonalievna, R. N. (2022). Installation for drying materials in a fluidized bed. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 3(11), 28-36.
11. Akhunbayev, A. A., & Rajabova, N. R. (2022). Drying of raw materials of cement production in the drum dryer. *International Journal of Advance Scientific Research*, 2(11), 50-59.
12. Ражабова, Н. Р., & Халилов, И. Л. (2023). Современное представление о типах оборудования и технологий сушки. *Scientific progress*, 4(1), 158-166.
13. Ахунбаев, А. А., & Ражабова, Н. Р. (2023). Особенности сушки волокнистых материалов и используемое оборудование. *Scientific progress*, 4(1), 167-175.
14. Rajabova, N., & Qodirov, A. B. (2023). Effect of drum dryer nozzle design on hydrodynamic regimes. *Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions*, 1(2), 10-16.
15. Tojiyev, R., Nargizakhon, R., & Abdusamad, M. (2023). Influence of the internal structure of the building material on the drying process. *American Journal of Technology and Applied Sciences*, 13, 8-13.
16. Rajabova, Nargizakhon, and Shukurullo Habibullayev. "Impact of Disperse Materials Internal Structure to Drying Process." *Eurasian Journal of Engineering and Technology* 18 (2023): 136-144. <https://www.geniusjournals.org/index.php/ejet/article/view/4315>
17. Ахунбаев, А., Ражабова, Н., & Сиддиков, М. (2021). Математическая модель сушки дисперсных материалов с учётом температуры материала. *Збірник наукових праць SCIENTIA*.
18. Ражабова, Н. Р., Агзамов, С. У., & Ёқубжонов, А. Т. (2022). ИЗВЛЕЧЕНИИ РЕДКИХ МЕТАЛЛОВ В БАРБОТАЖНОМ ЭКСТРАКТОРЕ. *Eurasian Journal of Academic Research*, 2(5), 893-895.
19. Тожиев, Р. Ж., Миршарипов, Р. Х., & Ражабова, Н. Р. (2022). Гидродинамические Режимы В Процессе Сушки Минеральных Удобрений. *Central asian journal of theoretical & applied sciences*, 3(5), 352-357.
20. Ахунбаев, А., Ражабова, Н., & Вохидова, Н. (2021). Механизм движения дисперсного материала при сушке тонкодисперсных материалов. *Збірник наукових праць SCIENTIA*
21. Тожиев, Р. Д., Ахунбаев, А. А., & Миршарипов, Р. Х. Ражабова Н. Р. (2021). Исследование гидродинамических процессов при сушке минеральных удобрений в барабанных сушилках. *Научнотехнический журнал*, 4(4).
22. Akhunbaev, A. A., Rajabova, N. R., & Honkeldiev, M. (2022, November). Drying of crystal and grain materials in a drum dryer. In *international conference dedicated to the role and importance of innovative education in the 21st century* (Vol. 1, No. 7, pp. 27-35).