

3. **Серебренникова Л. Н., Обухов А. И., Решетников С. И., Горбатов В. С.** Содержание и распределение тяжелых металлов в почвах техногенных ландшафтов // Почвоведение, 1982. — № 12. — С. 71–76.
4. **Маханько Э. П., Малахов С. Г., Вертинская Г. К.** Опыт исследования загрязнения почв металлами вокруг металлургических предприятий // Тр. ин-та эксперимент. метеорол. — М.: Гидрометеоздат, 1985. — Вып. 13 (128). — С. 50–59.
5. **Первунина Р. И., Зырин Н. Г., Малахов С. Г.** Показатели загрязнения системы почва – сельскохозяйственные растения кадмием // Тр. ин-та эксперимент. метеорол. — М.: Гидрометеоздат, 1987. — Вып. 14 (129). — С. 60–65.
6. **Davis B. E.** Trace element pollution // Applied Soil Trace Elements. — N.Y.: John Wiley and Sons, 1980. — P. 287–352.
7. **Matthews H., Thornton I.** Seasonal and species variation in the content of cadmium and associated metals in pasture plants at Shipham // Plant and Soil., 1982. — Vol. 66. — N 2. — P. 181–193.
8. **Гармаш Г. А.** Закономерности накопления и распределения тяжелых металлов в почвах, находящихся в зоне воздействия металлургических предприятий // Почвоведение, 1985. — № 2. — С. 27–32.
9. **Дончева А. В., Казаков Л. К., Калуцков В. Н.** Оценка поступления тяжелых металлов в ландшафт // Химия в сел. хоз-ве, 1982. — № 3. — С. 8–10.
10. **Берзиня Д. Ж., Берзиня А. Я., Калвина Л. К., Шарковский П. А.** Диагностика загрязнённости биогеоценозов выбросами автотранспорта // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 1983. — Вып. 35. — С. 41–45.
11. **Савельева Л. Е.** К оценке уровней содержания свинца в почвах техногенных ландшафтов // Тяжелые металлы в окружающей среде. — М.: Изд-во МГУ, 1980. — С. 63–68.
12. **Лурье Н. Ю.** Влияние техногенных выбросов металлургических предприятий на структуру микробных ценозов южных черноземов // Химия в сел. хоз-ве, 1985. — № 6. — С. 52–54.
13. **Chang A. C., Page A. L., Warneke J. E.** Accumulation of cadmium and zinc in barley grown on sludge treated soils // J. Environment. Quality, 1983. — Vol. 12. — N 3. — P. 391–397.
14. **Williams D. E., Vlamsis J., Pukite A. H., Corey J. E.** Metal movement in sludge-amended soils // Soil Sci., 1987. — Vol. 143. — N 2. — P. 124–131.
15. **Ильин В. Б., Степанова М. Д.** Относительные показатели загрязнения в системе почва – растение // Агрохимия, 1979. — № 11. — С. 61–67.
16. **Алексеев Ю. В.** Тяжелые металлы в почвах и растениях. — Л.: Агропромиздат, 1987. — 142 с.
17. **Горбатов В. С., Зырин Н. Г.** О выборе экстрагента для вытеснения из почв обменных катионов тяжелых металлов // Вест. МГУ. Сер. почвовед., 1987. — № 2. — С. 22–26.
18. **Temmerman L. O., Hoenig M., Scokart P. O.** Determination of «normal» levels and upper limit values of trace elements in soils // Z. Pflanzenemahr. und Bodenkunde, 1984. — Bd. 147. — P. 687–694.
19. **Mortensen J. L.** Complexing of metals by soil organic matter // Soil Sci. Soc. Proceedings, 1963. — Vol. 27. — N 2. — P. 179–186.
20. **Ильин В. Б.** Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири // Агрохимия, 1987. — № 11. — С. 87–94.

Обоботова Э.Б., Уханева М.И., Скляренко Е.Н., Трофименко Е.В., 2008

УДК 666.3: 666.9.022.3

Гайворонский В.Ф., Посторонко А.И. (Украинская инженерно-педагогическая академия)

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ ПРИ ДРОБЛЕНИИ ВЫСОКОТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследован режим работы валковой дробилки при дроблении высокотвердых материалов. Установлено, что наиболее эффективно дробилка работает при $n \approx 60$ об/мин, дроблении материала с $\varnothing 0,015-0,016$ м и коэффициенте трения $f = 0,40$.

Основными задачами исследования является определение эффективности работы помольного оборудования, которое используется для измельчения высокотвёрдого материала, например, корунда.

Высокая степень эффективности измельчения материала определённой начальной фракции должна обеспечиваться оптимальной работой машины со строго определёнными технологическими характеристиками.

Чтобы рекомендовать дробилку к промышленному использованию, надо экспериментально подтвердить теоретические предпосылки, положенные в основу конструкции комбинированного подхода, доказать эффективность работы машины при различных коэффициентах трения и степенях разрыхления.

Качество готового продукта — фактор при оценке работы машины. Поэтому при исследовании изучалась зависимость частоты вращения валков от коэффициента трения между куском материала и поверхностью катка.

Для получения сопоставимых результатов в процессе выполнения всех основных экспериментов сохранялся неизменным ряд конструктивных и эксплуатационных параметров: размер загружаемого материала, угол захвата, размер выходной щели, частота вращения валков.

В тех же целях для всех опытов применялся одинаковый исходный материал: корунд плотностью 3990–4000 кг/м³ со средним пределом прочности на сжатие (100...150)·10⁷ Па.

Валковые дробилки нашли широкое применение в различных отраслях промышленности. Использование их, например, в производстве фарфоровых изоляторов приводит к повышению качества сырья.

Вместе с тем изучение факторов, влияющих на изменение гарантированной производительности, имеет большое теоретическое и практическое значение, так как при постоянном режиме загрузки этими факторами могут быть только конструктивные параметры дробилки и ее кинематическая схема.

Таблица 1. Расчетные данные технических характеристик дробилки

Коэффициент трения материала о валок, <i>f</i>	Диаметр кусков материала, поступающего в дробилку, м	Число оборотов валков в минуту, <i>n</i>	Производительность, м ³ /ч
0,30	0,024	45,10	12,20
	0,025	44,11	12,46
	0,026	43,25	12,71
	0,027	42,45	12,95
	0,028	41,68	13,19
	0,029	40,96	13,43
	0,030	40,27	13,65
	0,031	39,61	13,88
0,35	0,027	46,50	13,99
	0,028	45,62	14,25
	0,029	44,74	14,50
	0,030	43,69	14,74
	0,031	42,79	14,99
0,40	0,024	51,98	14,10
	0,025	50,93	14,39
	0,026	49,95	14,68
	0,027	49,01	14,96
	0,028	48,13	15,23
	0,029	47,29	15,50
	0,030	46,50	15,76
	0,031	45,74	16,03

В связи с тем, что частота вращения валков должна быть наибольшей, но не превышать значений, при которых появляется повышенный износ (особенно при измельчении высокотвёрдых материалов), увеличивается расход энергии, вибрация машин и т.д. Наша задача сводилась к определению частоты вращения валов при различном коэффициенте трения, который изменялся в зависимости от влажности и определённой величины кусков измельчаемого материала.

Исследование частоты вращения валков проводилось при измельчении высокотвёрдого материала корунда с диаметром кусков материала 24–31 мм и различной степенью смачивания кусков с целью изменения коэффициента трения.

Полученные расчетным путем данные (табл. 1) характеризуют оптимальные параметры работы дробилки в зависимости от коэффициента трения материала о валок и диаметра кусков материала, поступающего в дробилку.

Из табл. 1 видно, что производительность валковой дробилки тем выше, чем выше коэффициент трения материала о валок и больше число оборотов валков при максимальном значении диаметра кусков материала, поступающего на дробление.

Кроме этого, число оборотов валков должно быть тем меньше, чем больше их диаметр, чем больше диаметр поступающих кусков и чем меньше коэффициент трения между куском материала и валками.

По мере увеличения скорости вращения сила трения оказывается недостаточной для втягивания материала в щель между валками со скоростью, равной окружной скорости валков, вследствие чего производительность дробилки уменьшается.

При этом, значительно усиливается износ валков. Для уменьшения износа и более устойчивой и скоростной работы валковой дробилки окружную скорость валков назначают в пределах 2...7 м/с согласно ГОСТ 18266-82.

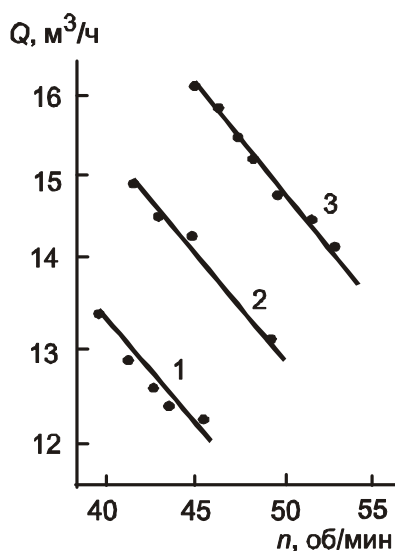


Рис.1. Зависимость производительности дробилки от числа оборотов валка с коэффициентами f : 1 — 0,3; 2 — 0,35; 3 — 0,4

Поэтому рекомендуемая работа дробилки должна быть обусловлена постоянным числом оборотов при заданном параметре размера поступающего куска материала на измельчение.

Работа дробилки при заданных параметрах кусков материала ($d = 0,024–0,031$ м) затруднена, происходит чрезмерный нагрев поверхности

валков. Поэтому исследована работа дробилки при дроблении корунда с пониженным диаметром загружаемого материала.

Для получения приемлемых в производственных условиях данных при дроблении кусков корунда с пониженным диаметром проведено исследование работы дробилки при следующих режимах (табл. 2). Предварительно для сравнения проведен расчет технических характеристик работы дробилки с размером кусков материала, поступающих на дробление ($d = 0,014\text{--}0,020$ м).

Из табл. 2 и рис. 1 видно, что наиболее рациональная работа дробилки осуществляется при числе оборотов ($n \approx 60$ об/мин) и при дроблении материала диаметром $0,015 \div 0,016$ м, при этом коэффициент трения материала должен составлять $f = 0,40$. Расчет производительности выполнен при среднем значении степени разрыхления материала $\mu = 0,25$.

Таблица 2. Расчетно-экспериментальные данные оптимальных параметров работы валковой дробилки

Коэффициент трения материала о валок, f	Диаметр кусков материала, поступающего в дробилку, м	Число оборотов валков в минуту, n	Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$
0,30	0,014	58,8	9,31
	0,015	56,8	9,64
	0,016	55,0	9,94
	0,017	52,8	10,15
	0,018	51,3	10,44
	0,019	50,0	10,74
	0,020	49,3	11,14
0,35	0,014	63,5	10,05
	0,015	61,4	10,41
	0,016	59,5	10,76
	0,017	57,7	11,29
	0,018	56,0	11,39
	0,019	54,5	11,71
	0,020	53,2	12,03
0,40	0,014	67,9	10,74
	0,015	65,6	11,12
	0,016	62,5	11,40
	0,017	61,2	11,76
	0,018	59,9	12,19
	0,019	58,3	12,52
	0,020	56,8	12,84

На рис. 2 показана зависимость производительности валковой дробилки от размера кусков материала, поступающего на дробление при различных коэффициентах трения. Установлено, что с уменьшением коэффициента трения до $f = 0,3$ уменьшается и производительность дробилки. С уменьшением диаметра кусков загружаемого материала при постоянном коэффициенте трения также несколько уменьшается производительность агрегата.

Учитывая, что процессы дробления материала, особенно высокотвердых, каким является корунд, представляют собой весьма энергоемкие, трудоемкие операции, важно и необходимо в технологии их дробления предусматривать

более частую классификацию для отсева полезной фракции, придерживаясь принципа не измельчать ничего лишнего.

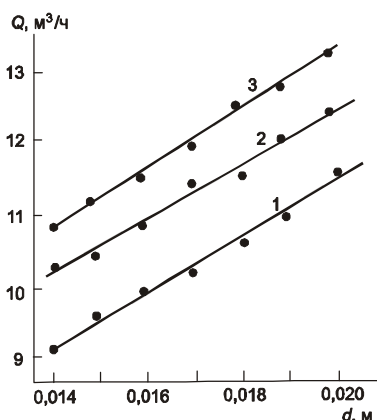


Рис.2. Зависимость производительности дробилки от размеров кусков поступающего материала при коэффициенте трения f : 1 — 0,3; 2 — 0,35; 3 — 0,4

При измельчении корунда были проведены ситовые анализы, позволившие судить о фракционном составе при экспериментально установленной оптимальной частоте вращения. Как видно из табл. 3 полученный фракционный состав показывает, что измельчение корунда осуществляется лучше на щековой дробилке, чем на валковой (9 и 2%), но из-за лучшей тонины помола целесообразнее на производстве использовать валковую дробилку.

Таблица 3. Ситовой анализ корунда

Фракции, мм	Количество фракции, полученной после дробления на оборудовании, %	
	щековая дробилка	валковая дробилка
2 ÷ 0,5	9,2	11,2
0,5 ÷ 0	7,4	9,3
	1,8	1,9

Для промышленности большое значение имеет увеличение производительности, вследствие изменения величины коэффициента трения, что также приводит и к уменьшению мощности привода. Эти факторы служат основой для подбора машины, способной обеспечивать заданные условия работы.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать осуществлять классификацию измельчаемого корунда после каждого дробильного агрегата, поскольку в соответствии с технологией на предприятиях не всегда предусматривается тщательная классификация измельчаемых материалов на каждом переделе дробления.

Литература

1. **Ильевич А.П.** Машины и оборудование для заводов по производству керамики. — М.: Высшая школа, 1979 — 344 с.
2. **Сидоренко П.М.** Измельчение в химической промышленности. — М.: Химия, 1977. — 368с.
3. **Бауман В.А.** Исследование машин для дробления и измельчения строительных материалов / Под ред. — М.: ЦБТИ, 1958. — 95 с.
4. **Бауман В.А.** и др. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. — М.: Машиностроение, 1975. — 351 с.

О Гайворонский В.Ф., Посторонко А.И., 2008