

Ю.А. Пожидаев, В.В. Потапов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Проведены исследования поведения колебательных систем горного оборудования. Объектом для исследований выбрана четырехвалковая дробилка. На основе анализа конструкции и режимов работы, предложено применить в системе предохранительных пружин ступенчатое демпфирование и рычажный электромеханический амортизатор. Рычажный электромеханический амортизатор делает процесс перемещения вала плавным, что снижает резонанс и ударную нагрузку на подшипники. Такое решение позволит снизить износ бандажей и увеличить срок службы опорных подшипников и позволит увеличить КПД четырехвалковой дробилки. Использование ступенчатого демпфирования позволит снизить выталкивающую силу, а, следовательно, и начальное проскальзывание материала относительно вала – это уменьшит истирание вала. Проведена предварительная оценка требуемой мощности электрогенератора, через силу действующую на валок. В результате вычисления установлено, что доля рекуперируемой энергии составляет 10% от затраченной, т.е. КПД четырехвалковой дробилки может увеличиться.

Ключевые слова: энергия колебательных систем, демпферы, рекуперация, щековая и четырехвалковая дробилки, электромеханический амортизатор.

Проблема поиска возобновляемых источников энергии сегодня более чем актуальна. Правительство Российской Федерации выражает большую заинтересованность в инновационных технологиях энергосбережения. Использование энергии солнца, ветра, волн, биотоплива – являются приоритетными направлениями. Поэтому разработка и внедрение рекуператоров энергии колебательных систем, которые нас окружают не должно оставаться без внимания [1–7, 10].

В современной технике много различных колебательных систем и устройств. Резонанс, выражающийся в нежелательных колебательных процессах многих систем и устройств, гасится применением различных амортизаторов, демпферов и пружин. Энергия колебательных систем рассеивается в окружающей среде и, как правило, безвозвратно теряется.

По результатам исследования колебательных систем горного оборудования, объекты, в которых присутствует подобные

системы, являются дробилки. В первую очередь это щековая и четырехвалковая дробилки. Объектом для дальнейших исследований выбрана четырехвалковая дробилка. Большее количество энергии посредством дробления переходит в кинетическую энергию пружин в верхней паре валков. Рассмотрим схему захвата кокса пастью дробилки (рис. 1) [8–9, 11–12].

Проанализировав конструкцию и режимы работы, предлагаем применить в системе предохранительных пружин ступенчатое демпфирование и рычажный электромеханический амортизатор. Такое решение позволит снизить износ бандажей и увеличить срок службы опорных подшипников. Обосновано это решение тем, что при попадании куска материала в пасть дробилки на него действует выталкивающая сила $N_d \sin \alpha$, которая напрямую зависит от жесткости пружин. Ступенчатое демпфирование позволит снизить выталкивающую силу, а, следовательно, и начальное проскальзывание материала относительно валка – это уменьшит истирание валка. Рычажный электромеханический амортизатор (рис. 2) делает процесс перемещения валка плавным, что снижает резонанс и ударную нагрузку на подшипники.

Внедрение данной технологии поможет не только снизить затраты на ремонтные работы, так же определять когда необходимо протачивать бандажи и менять подшипники. Все выше предложенное никоим образом, не отразится на качестве дробления материала. За счет внедрения рычажного электромеханического амортизатора планируется увеличение КПД четырехвалковой дробилки. Для предварительной оценки доли теряемой энергии используем закон «Сохранения и изменения энергии». Оценим предварительную требуемую мощность электрогенератора. Сила $F(t)$ действующая на валок перемещает его со скоро-

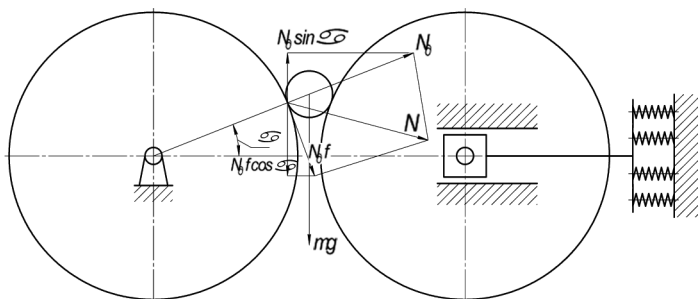


Рис. 1. Схема захвата материала в верхней паре валков

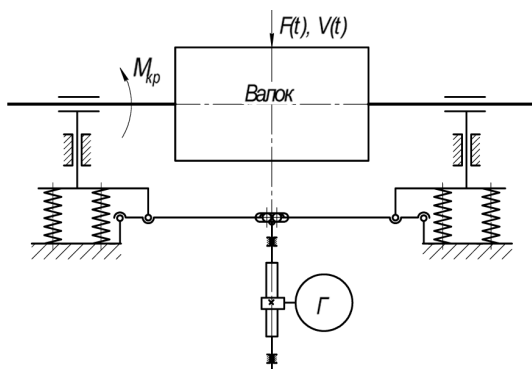


Рис. 2. Кинематическая схема рычажного электромеханического амортизатора в одной системе с подвижным валком

стью $V(t)$, тогда максимальная мощность будет рассчитываться по формуле:

$$P = 0,05V_{\max} \cdot F_{\max} \cdot \eta,$$

где 0,05 – коэффициент, полученный эмпирическим методом в работе «Экспериментальные исследования устройства рекуперации энергии» [8–9]; V_{\max} – максимальная скорость перемещения вала от оси дробилки (около 1,4 м/с); F_{\max} – максимальная сила сжимающая предохранительные пружины (180 кН); η – КПД рычажного электромеханического амортизатора (примем его 0,7).

Вычислив данное значение, которое составляет около 8 кВт, а мощность дробилки 90 кВт, делаем вывод, что доля рекуперированной энергии составляет 10% от затраченной. Таким образом, КПД четырехвалковой дробилки увеличился.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов Н. И., Шелоков Я. М., Лисиенко В. Г. Развитие энергоэффективных технологий и техники: введение в хрестоматию энергосбережения для юношества. – Екатеринбург: Уралэнерго-Пресс, 2004. – 144 с.
2. Лисиенко В. Г., Шелоков Я. М., Ладыгичев М. Г. Хрестоматия энергосбережения: Справочное издание: В 2-х книгах. Книга 2 / Под ред. В. Г. Лисиенко. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 768 с.
3. Бушуев В. В. Энергоэффективность как направление новой энергетической политики России // Энергосбережение. – 1999. – № 4. – С. 32–35.
4. Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию [Электронный ресурс]: Указ Президента РФ от 01.04.96 г. № 440 // Юридическая Россия: Федеральный правовой портал (v.3.2). – Режим доступа: <http://law.edu.ru/>
5. ГОСТ Р 51541-99 Энергосбережение. Заголовок: Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.e-safe.prom-res.ru

6. Чоджой М.Х. Энергосбережение в промышленности. Пер. с англ. — М.: Металлургия, 1982. — 272 с.

7. Георгиев А. П., Лисиенко В. Г., Розин С. Е., Щелоков Я. М. Рациональное использование топливно-энергетических ресурсов. — М.: Металлургия, 1990. — 149 с.

8. Пожидаев Ю. А., Кадошиников В. И. Проектирование экспериментальной установки для оценки доли рекуперации кинетической энергии колебательных процессов / Процессы и оборудование металлургического производства: Межрегиональный сборник научных трудов. ГОУ ВПО «МГТУ». Вып. 8. — Магнитогорск, 2009. — С. 177–179.

9. Пожидаев Ю. А. Энергосберегающая технология рекуперации энергии колебательных процессов / Процессы и оборудование металлургического производства: Межрегиональный сборник научных трудов. ГОУ ВПО «МГТУ». Вып. 7. — Магнитогорск, 2006. — С. 137–139.

10. Экономическое обозрение: энергетическая безопасность: Материалы Международного форума неправительственных организаций и экспертов. Институт энергетики и финансов. № 4. — СПб., 2006. — 85 с.

11. Панков Я. Г., Губанов И. И. Устойчивость колебаний упругих систем. — М.: Наука, 1987. — 192 с.

12. Мендельштам Л. И. Лекции по колебаниям. — М.: Наука, 1972. — 188–198 с. **ИВАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Пожидаев Юрий Александрович — аспирант, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, e-mail: yoran74@rambler.ru,

Потапов Владимир Валентинович — кандидат технических наук, доцент, Уральский государственный горный университет.

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 4, pp. 48–52.

UDC 621.
926.2 (072)

Yu.A. Pozhidaev, V.V. Potapov

ANALYSIS OF PROCESSES IN VIBRATING SYSTEMS OF MINING EQUIPMENT

In modern technology, many different vibratory systems and devices. Vibrational energy, which is dissipated in the environment and tend to irreversibly lost. The paper studied the behavior of oscillatory systems of mining equipment. The object of research is selected four-roll crusher. Based on the analysis of the structure and operation modes, it is suggested to use a safety system of springs and damping step electromechanical damper lever. Electromechanical damper lever makes the process of moving a smooth roll that reduces resonance and impact load on the bearings. This solution will reduce the tires wear and increase service life of bearings and support will increase the efficiency four-roll crusher. Using stepwise damping will reduce the ejection force, and thus the primary material from slipping relative to the roller — this will reduce the abrasion of the roll.

With the introduction of damping systems for energy recovery to replace existing mechanical engineering and mining industry they are subject to certain criteria. Typically, this minimization of movement, acceleration, reduction in the number of resonant modes, harmful vibrations and acoustic noise. It is not always for the design and simulation manages to

compose the dampers and accurately build frequency response. Sometimes, due to other circumstances damper system ceases to perform its functions fully. dampers for energy recovery system allows not only to correctly perform all tasks to minimize the oscillation parameters, but also to recover energy. The work carried out a preliminary assessment of the required electric power, through the power of acting on the roll. As a result of the calculation found that the proportion of recovered energy is 10% of the consumed, in four-roll crusher efficiency can be increased. The results can be used for waste recuperated electricity for local lighting, heating and other household needs.

Key words: energy vibration systems, dampers, recovery, jaw and four – roll crushers, electro-shock absorber.

AUTHORS

Pozhidaev Yu.A., Graduate Student, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, 455000, Magnitogorsk, Russia, e-mail: yoran74@rambler.ru, *Potapov V.V.*, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Ural State Mining University, 620144, Ekaterinburg, Russia.

REFERENCES

1. Danilov N.I., Shchelokov Ya. M., Lisienko V.G. *Razvitie energoeffektivnykh tekhnologii i tekhniki: vvedenie v khrestomatiyu energosberezheniya dlya yunoshestva* (Development of energy efficient technologies and techniques: introduction to the energy saving reader for youth), Ekaterinburg, Uralenergo-Press, 2004, 144 p.
2. Lisienko V.G., Shchelokov Ya. M., Ladygichev M.G. *Khrestomatiya energosberezheniya: Spravochnoe izdanie. Kniga 2. Pod red. V.G. Lisienko* (Reader power saving: Reference book: In 2 books. Book 2. V.G. Lisienko (Ed.)), Moscow, Teploenergetik, 2002, 768 p.
3. Bushuev V.V. *Energosberezhenie*. 1999, no 4, pp. 32–35.
4. *Kontseptsiya perekhoda Rossiyskoy Federatsii k ustoychivomu razvitiyu: Ukaz Prezidenta RF ot 01.04.96 g. № 440* (Russian federation concept of transition to sustainable development: Presidential Decree of 01.04.96, the Law №440) Yuridicheskaya Rossiya: Federal'nyy pravovoy portal (v.3.2), available at: <http://law.edu.ru/>
5. *Energeticheskaya effektivnost'. Sostav pokazateley. Obshchie polozheniya. GOST R 51541-99* (Energy efficiency. The composition of the indices. General. State Standart R 51541-99), available at: www.e-safe.prom-res.ru
6. Chodzhoy M.X. *Energosberezhenie v promyshlennosti*. Per. s angl. (Energosberezhenie in the industry. English–Russian translation), Moscow, Metallurgiya, 1982, 272 p.
7. Egorichev A.P., Lisienko V.G., Rozin S.E., Shchelokov Ya. M. *Ratsional'noe ispol'zovanie toplivno-energeticheskikh resursov* (Ratsionalnoe use of energy resources), Moscow, Metallurgiya, 1990, 149 p.
8. Pozhidaev Yu.A., Kadoshnikov V.I. *Protsessy i oborudovanie metallurgicheskogo proizvodstva: Mezhhregional'nyy sbornik nauchnykh trudov*. GOU VPO «MGTU». Vyp. 8. (Processes and equipment of metallurgical production. Interregional collection of scientific works, issue 8), Magnitogorsk, 2009, pp. 177–179.
9. Pozhidaev Yu.A. *Protsessy i oborudovanie metallurgicheskogo proizvodstva: Mezhhregional'nyy sbornik nauchnykh trudov*. GOU VPO «MGTU». Vyp. 7 (Processes and equipment of metallurgical production. Interregional collection of scientific works, issue 7), Magnitogorsk, 2006, pp. 137–139.
10. *Ekonomicheskoe obozrenie: energeticheskaya bezopasnost': Materialy Mezhdunarodnogo foruma nepravitel'stvennykh organizatsiy i ekspertov*. Institut energetiki i finansov (Economic Review: Energy security: Proceedings of the International Forum of non-governmental organizations and experts. Institute for Energy and Finance), Saint-Petersburg, 2006, 85 p.
11. Pankov Ya. G., Gubanov I. I. *Ustoychivost' kolebaniy uprugikh sistem* (Stability of elastic systems, oscillations), Moscow, Nauka, 1987, 192 p.
12. Mendel'shtam L. I. *Lektsii po kolebaniyam* (Lectures on the swings), Moscow, Nauka, 1972, pp. 188–198.