

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБ УЛУЧШЕНИИ КОНСТРУКЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ

Хон Сок Гын¹, Ким Мун Чхор², Хан Док Хён³ Email: Hong1133@scientifictext.ru

¹Хон Сок Гын - кандидат технических наук, преподаватель;
²Ким Мун Чхор - кандидат технических наук, преподаватель;
³Хан Док Хён - доктор технических наук, преподаватель,
кафедра горных машин, факультет горного дела,
Политехнический университет им. Ким Чака,
г. Пхеньян, Корейская Народно-Демократическая Республика

Аннотация: в данной статье сделана симуляция традиционной горизонтальной молотковой дробилки. На основе анализа результата этой симуляции выявлена причина вибрации угловой скорости ее ротора и предложена новая конструкция ротора, которая значительно снижает вибрации его угловой скорости и мощности двигателя методом ограничения свободного вращения молотков. За счет техники цифровой фильтрации произведена сравнительная оценка результатов симуляций традиционной и новой конструкций горизонтальной молотковой дробилки.

Ключевые слова: горизонтальная молотковая дробилка, цифровая фильтрация, симуляция.

A STUDY ON STRUCTURAL IMPROVEMENT OF THE HORIZONTAL HAMMER CRUSHER

Hong Sok Gun¹, Kim Mun Chol², Han Dok Hyong³

¹Hong Sok Gun - Candidate of technical science, lecturer;
²Kim Mun Chol - Candidate of technical science, lecturer;
³Han Dok Hyong – doctor of technical science, lecturer,
DEPARTMENT OF MINING MACHINES, FACULTY OF MINING,
KIM CHAEK UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, PYONGYANG, DEMOCRATIC PEOPLE'S REPUBLIC OF KOREA

Abstract: in this article the traditional horizontal hammer crusher is simulated. Based on analysis of the result of this simulation, the cause of vibration of the angular velocity of its rotor is revealed and the new structure of the rotor is suggested, which significantly reduces the vibration of its angular velocity and engine power by limiting the free rotation of hammers. Using the technique of digital filtering, the results of simulations of the traditional structure and new one of the horizontal hammer crusher are compared.

Keywords: horizontal hammer crusher, digital filtering, simulation.

УДК 621.926

Горизонтальные молотковые дробилки просты по конструкции и эффективны для дробления разных материалов, поэтому они широко применяются в разных областях промышленности, особенно в угольной промышленности для среднего и мелкого дробления угля.

В [1] приведены результаты исследований угла отклонения бил в молотковой дробилке в момент удара при сравнительном анализе процесса дробления с различным количеством жестко закрепленных молотков в ряду и массы частицы материала, а в [2] изложено о энергозатратах на дробление при сравнительном анализе ударных дробилок с жестким и шарнирным креплением бил к ротору. В [3] с целью разработки методики вибродиагностики молотковой дробилки построена и исследована ее динамическая модель.

Симуляция горизонтальной молотковой дробилки

Как известно, горизонтальная молотковая дробилка состоит из вращающегося на горизонтальной оси ротора и нескольких молотков, которые шарнирно подвешены на роторе.

Дробимый материал размельчается действием удара быстровращающихся молотков. При этом молоток после удара по материалу отодвигается назад вокруг своего шарнира, благодаря чему производятся избирательное дробление материала и защита дробилки.

Для симуляции рабочего процесса этой традиционной горизонтальной молотковой дробилки используется программа четырехмерной динамической симуляции MSC. visualnastran.

На рис. 1 показана модель симуляции традиционной горизонтальной молотковой дробилки. При этом пренебрегают трением в точках опоры.

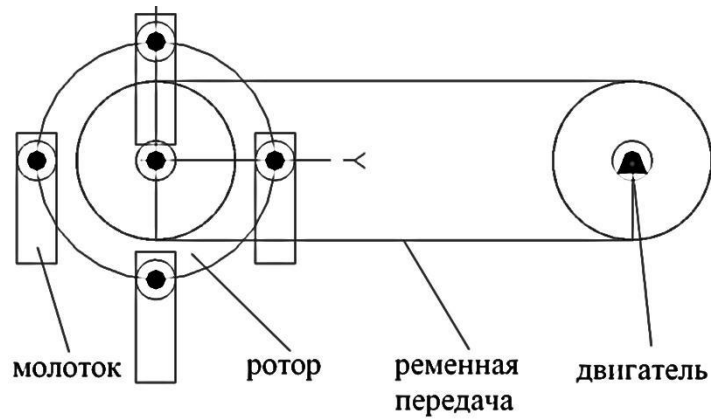


Рис. 1. Модель симуляции традиционной горизонтальной молотковой дробилки

В качестве характеристики двигателя используют выражение момента асинхронного двигателя, симулируют процессы пуска и дробления дробилки и получают такие характеры изменения угловой скорости ротора и мощности двигателя, как показано на рис. 2 и 3.

Как показывают результаты симуляции, в традиционной конструкции угловая скорость ротора в процессе пуска очень неравномерна, это обусловлено влиянием инерции свободно вращающихся вокруг своих шарниров молотков на движение ротора

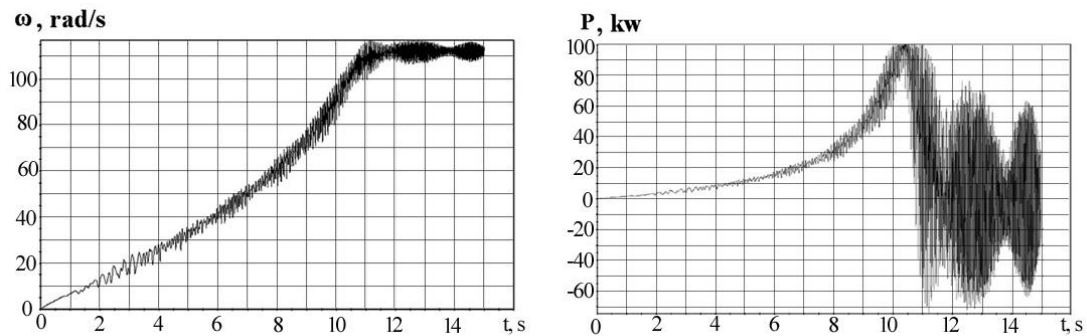


Рис. 2. Угловая скорость ротора и мощность двигателя в процессе пуска

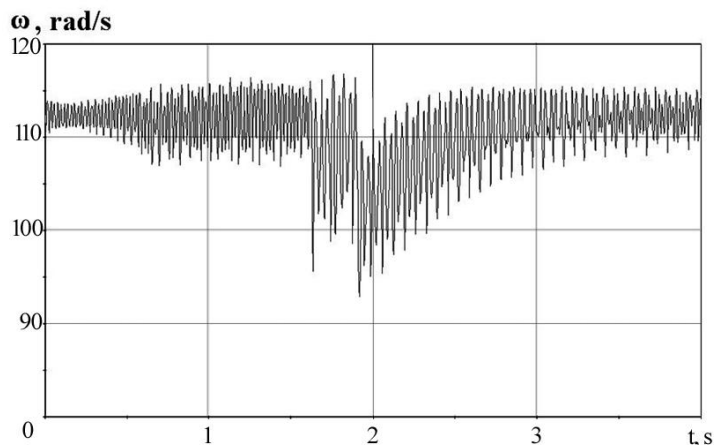


Рис. 3. Изменение угловой скорости ротора после соударения молотка и дробимого материала

Это вызывает глубокое колебание в точках опоры вращательного вала и в корпусе и одновременно заставляет мощность двигателя быть неравномерным.

Поэтому исключение вибрации угловой скорости ротора имеет теоретическое и практическое значение.

Улучшение конструкции горизонтальной молотковой дробилки за счёт техники цифровой фильтрации.

На основе симуляций разных конструкций для снижения указанных выше вибраций рассмотрена

новая конструкция ротора, которая показана на рисунке 4.

В этой конструкции в отличие от традиционной конструкции устанавливается ограничитель, который не позволяет молотку вперёд дальше двигаться от своего радиального положения. Но молотки могут назад отодвигаться.

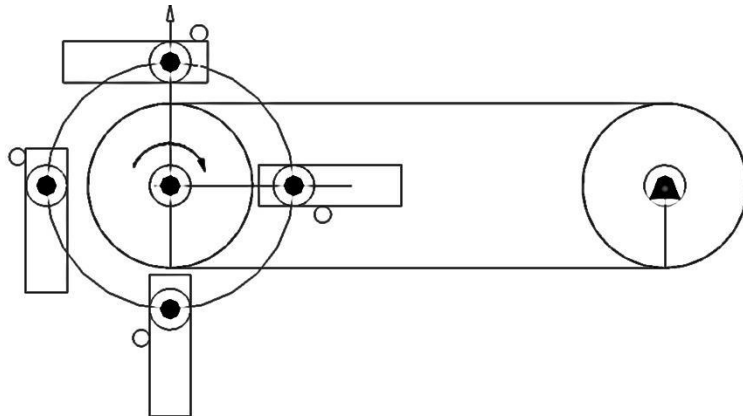


Рис. 4. Модель новой конструкции горизонтальной молотковой дробилки

Результаты предыдущей симуляции, показывающие динамическую нестабильность дробилки, можно рассматривать как сигналы с шумом, поэтому можно оценивать стабильность дробилки за счет техники цифровой фильтрации.

В статье с помощью цифровой фильтрации конечного импульсного отклика (FIR) программы Matlab оценивают характеристики традиционной и новой конструкций, которые определяются как среднеквадратичные отклонения величины вибраций, полученной при симуляции рабочего процесса.

Составляют систему анализа и оценки результатов симуляций, связанную с MSC.visualnastran (см. рис. 5) и производят симуляции моделей.

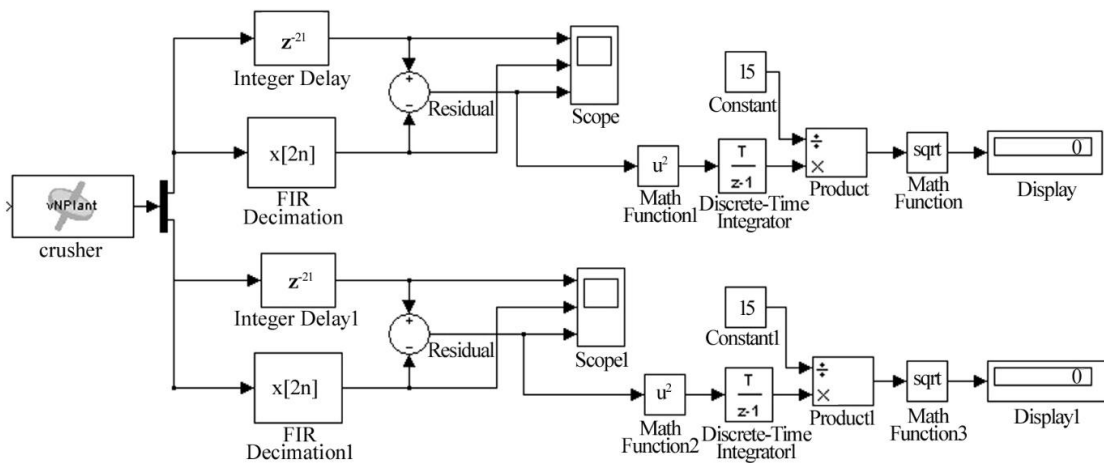


Рис. 5. Система анализа и оценки результатов симуляций за счёт цифровой фильтрации

Среднеквадратичное отклонение величины вибраций определяется по следующей формуле:

$$y = \sqrt{\frac{\sum y^2 \Delta t}{T}}$$

Результаты анализа и оценки моделей традиционной и усовершенствованной конструкций показаны на рис. 6, 7 и 8, 9 соответственно.

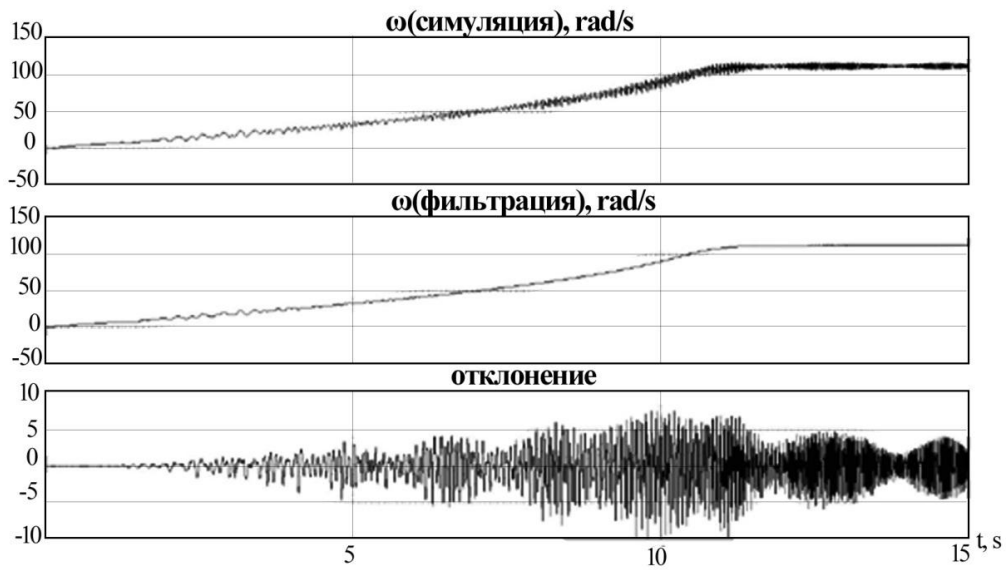


Рис. 6. Результат фильтрации угловой скорости в традиционной модели (среднеквадратичное отклонение 1,78 rad/s)

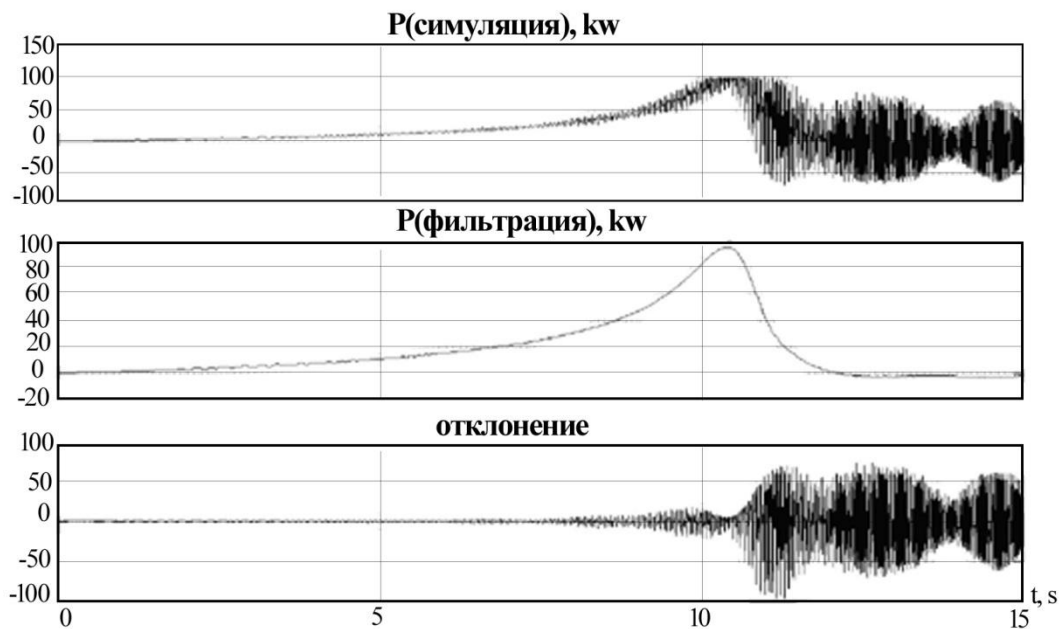


Рис. 7. Результат фильтрации мощности двигателя в традиционной модели (среднеквадратичное отклонение 17,04 kW)

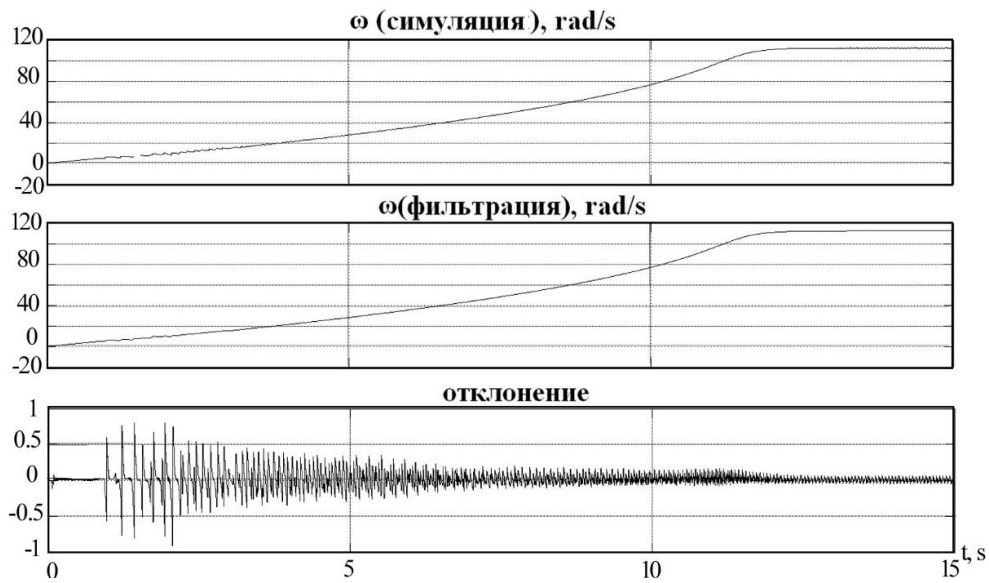


Рис. 8. Результат фильтрации угловой скорости в новой модели (среднеквадратичное отклонение 0,078 rad/s)

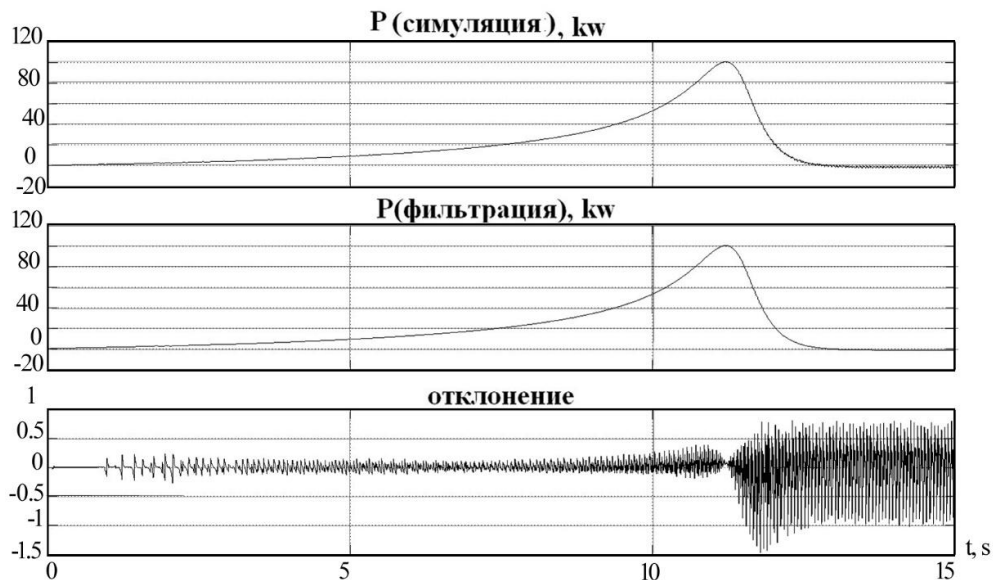


Рис. 9. Результат фильтрации мощности двигателя в новой модели (среднеквадратичное отклонение 0,088 kw)

Как показали результаты исследования, угловая скорость ротора и мощность двигателя в новой конструкции остаются почти неизменными и имеют стабильные характеристики. Значения среднеквадратичных отклонений вибрационных составов угловой скорости и мощности равны соответственно 0,078rad/s и 0,088kw, что значительно меньше, чем в традиционной конструкции дробилки.

Преимущество этой конструкции отражается на процессе дробления. После удара молотком по материалу угловая скорость ротора скоро принимает стабильное значение, а молоток занимает неизменное положение. На рис. 10 показано изменение угловой скорости ротора в процессе дробления.

Таким образом, в данной статье разработана новая конструкция ротора горизонтальной молотковой дробилки за счёт симуляции и техники цифровой фильтрации.

Эта горизонтальная молотковая дробилка имеет стабильные характеристики в угловой скорости ротора и мощности двигателя.

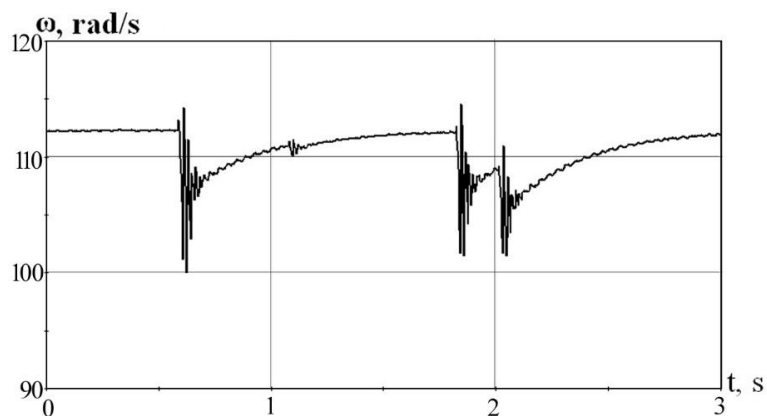


Рис. 10. Изменение угловой скорости ротора новой конструкции в процессе дробления

Список литературы / References

1. Власенко Д.А., Левченко Э.П., Павлиненко О.И. Анализ отклонения молотков с комбинированным креплением бил в дробилках ударного действия // Сборник научных трудов ДонГТУ, 2016. № 3 (46). С. 156 - 160.
2. Власенко Д.А., Павлиненко О.И., Левченко Э.П. Энергозатраты ударных дробилок с жестким и шарнирным креплением бил к ротору // Вестник Донецкого национального технического университета, 2016. № 3 (3). С. 21 - 26.
3. Терехин С.Ю., Крицкий М.С., Яблоков А.Е. Математическое моделирование дефектов экспериментальной молотковой дробилки // Глобальный научный потенциал, 2013. № 12 (33). С. 89 - 91.