

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2025-49-42-44>

ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

Лукиенко Л.В.

*Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого,
Тула, Россия*

Ключевые слова: очистной комбайн, редуктор резания, диссипативные моменты, математическая модель, приведение моментов инерции, жёсткость элементов редуктора резания.

Аннотация. В статье представлено обоснование математической модели для исследования динамической нагруженности редуктора резания двухшнекового очистного комбайна, выбраны допущения модели, к которым можно отнести недеформируемость элементов режущей части кроме валов, выполненных из материала, подчиняющегося закону Гука, подверженных угловым деформациям. Для решения модели предложено применить метод Рэлея, который позволяет снизить порядок уравнений модели и отказаться от учёта высокочастотных колебаний, обусловленных взаимодействием резцов с разрушаемым забоем.

SUBSTANTIATION OF A MATHEMATICAL MODEL FOR STUDYING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE CUTTING PART OF A SHEARER LOADER

Lukienko L.V.

Tolstoy Tula State Pedagogical University, Tula, Russia

Keywords: shearer loader, cutting gear, dissipative moments, mathematical model, reduction of moments of inertia, rigidity of cutting gear elements.

Abstract. The article provides a justification for a mathematical model for studying the dynamic load of a twin-screw shearer loader cutting gear. The assumptions of the model are selected, which include the non-deformability of the cutting elements except for shafts made of a material obeying Hooke's law, subject to angular deformations. To solve the model, it is proposed to apply the Rayleigh method, which makes it possible to reduce the order of the model equations and eliminate the consideration of high-frequency vibrations caused by the interaction of the cutters with the face being destroyed.

Вопросы обеспечения регионов России электроэнергией являются приоритетными для обеспечения населения и развития промышленности. Немаловажную роль в решении этой проблемы играет уголь, добываемый как открытым, так и подземным способом. При этом, при добыче угля подземным способом основной является технология комплексно-механизированных очистных забоев, в которых основная рабочая машина – очистной комбайн. Это, как правило, высоко энерговооружённая двухшнековая машина, перемещающаяся вдоль лавы по скребковому конвейеру, на завальном борту которого смонтирован реечный тяговый орган.

В России в настоящее время разработкой очистных комбайнов занимается ОАО «ОМТ», разработки которого использованы ОАО

«Анжеромаш» и ООО «ПК «Юргинский Машзавод» при производстве К-750Ю и К-1000А. Они работают в условиях ярко выраженной динамической нагруженности, обусловленной нестабильными характеристиками разрушаемых пластов угля. Проведённый анализ литературы [1-4] показал, что при исследовании динамических характеристик очистных комбайнов рассматриваются лишь отдельные аспекты этого важного вопроса. Поэтому, избранная тема статьи, посвящённая обоснованию параметров математической модели, позволяющей на стадии проектирования исследовать динамическое нагружение элементов очистных комбайнов, является актуальной.

Прежде всего, необходимо остановиться на выборе допущений, прежде чем разрабатывать математическую модель. Представляется целесообразным, все составляющие элементы режущей части очистного комбайна, кроме валов, которые могут приобретать угловую деформацию, считать недеформируемыми. Причём материал валов подчиняется закону Гука. Диссипативные моменты, возникающие в редукторах резания, пропорциональны скорости деформирования валов. Ещё одно допущение: в разрабатываемой модели будет использован приближённый метод приведения моментов инерции вращающихся элементов, основанный на равенстве кинетической энергии до и после приведения. Точное применение такого подхода возможно лишь при жёсткой трансмиссии.

Для решения уравнений разрабатываемой математической модели применим метод Рэлея, который даёт возможность понизить порядок дифференциальных уравнений и от высокочастотных составляющих колебаний, которые возникают при взаимодействии резцов шнеков комбайна с разрушаемым забоем. При использовании этого метода массы движущихся частей редуктора резания остаются на своих местах, но распределение деформаций вращающихся валов считается зависящим от положений крайних звеньев кинематических цепей.

Представленный материал будет использован при разработке математической модели и проведении её аналитических исследований.

Список литературы

1. Zhang R., Zhang Y. Dynamic characteristics for coal shearer cutting unit gearbox housing // *Mechanics & Industry*. 2020, vol. 21(2), p. 211. DOI: 10.1051/meca/2020008.
2. Qingliang Z., Kao J., Kuidong G., Lirong W.. Dynamic characteristics analysis on shearer drum in condition of cutting coal with different distributed rocks // *Journal of vibroengineering*. 2018, vol. 20, iss. 8, pp. 2796-2809. doi.org/10.21595/jve.2018.19531.
3. Yang X., Zou X., Zhang S., Chen H., Wei Y., Li P. Dynamical behavior of coal shearer under the influence of multiple factors in slant-cutting conditions // *Scientific Reports*. 2021, vol. 11, pp. 18447. DOI: 10.1038/s41598-021-98049-x.
4. Бреннер В.А., Кутлунин В.А. Динамика горных машин. – Тула: ТулГУ, 1998. – 234 с.

References

1. Zhang R., Zhang Y. Dynamic characteristics for coal shearer cutting unit gearbox housing // *Mechanics & Industry*. 2020, vol. 21(2), p. 211. DOI: 10.1051/meca/2020008.
2. Qingliang Z., Kao J., Kuidong G., Lirong W.. Dynamic characteristics analysis on shearer drum in condition of cutting coal with different distributed rocks // *Journal of vibroengineering*. 2018, vol. 20, iss. 8, pp. 2796-2809. doi.org/10.21595/jve.2018.19531.
3. Yang X., Zou X., Zhang S., Chen H., Wei Y., Li P. Dynamical behavior of coal shearer under the influence of multiple factors in slant-cutting conditions // *Scientific Reports*. 2021, vol. 11, pp. 18447. DOI: 10.1038/s41598-021-98049-x.
4. Brenner V.A., Kutlunin V.A. Dynamics of mining machines. – Tula: TulSU, 1998. – 234 p.

Лукиенко Леонид Викторович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры агроинженерии и техносферной безопасности	Lukienko Leonid Viktorovich – doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of agroengineering and technosphere safety
lukienko_lv@mail.ru	

Received 18.08.2025