УДК 629.331

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПЛАНЕТАРНЫХ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ

Студент Горностай М.С.
Научные руководители – ст. преп. Басалай Г.А., ст. преп. Федорако Е.И.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Рассмотрена математическая модель планетарного исполнительного органа для проведения всестороннего анализа режимов фрезерования горной породы зубками режущих дисков проходческого комбайна.

Резцы дисков планетарныого исполнительного органа проходческо-добычного комбайна совершают сложное движение, складывающееся из относительного (вращение резцового диска относительно своей оси) и переносного (вращение дисков относительно оси редуктора исполнительного органа) движений. Разрушение массива производится резцовыми дисками при их относительном и переносном движениях.

Оптимизация режимов работы резцов в зависимости от конкретных горно-геологических и горно-технических условий сопряжена со сложностью кинематических расчетов и правильностью выбора параметров траекторий движения инструмента [1].

Для анализа выбран сдвоенный планетарный исполнительный орган проходческо-добычного комбайна КПО-10,5. На рис. 1 представлена принципиальная расчетная схема одного из двух (левого или правого) исполнительных органов.

Система уравнений для описания траектории резцов в пространстве имеет следующий вид

$$\begin{cases} x_M = a \cdot \sin(\omega_p \cdot t) + D/2 \cdot \cos\left(\omega_ф \cdot t\right) \cdot \sin(\omega_p \cdot t); \\ y_M = D/2 \cdot \sin\left(\omega_ф \cdot t\right) + w_к \cdot t; \\ z_M = a \cdot \cos(\omega_p \cdot t) + D/2 \cdot \cos\left(\omega_ф \cdot t\right) \cdot \cos(\omega_p \cdot t). \end{cases} \quad (1)$$

где D – диаметр фрезы по концам режущих кромок зубков; a – расстояние между осью вращения рукояти и осью вращения каждой из

Репозиторий БНТУ

фрез; $\omega_р$ – угловая скорость переносного вращения рукояти; $\omega_ф$ – угловые скорости относительного вращения фрез.

Проекции траектории резцов данного исполнительного органа на фронтальную плоскость определяются параметрическими уравнениями по координатам x и z, а результаты представлены на рис. 2.

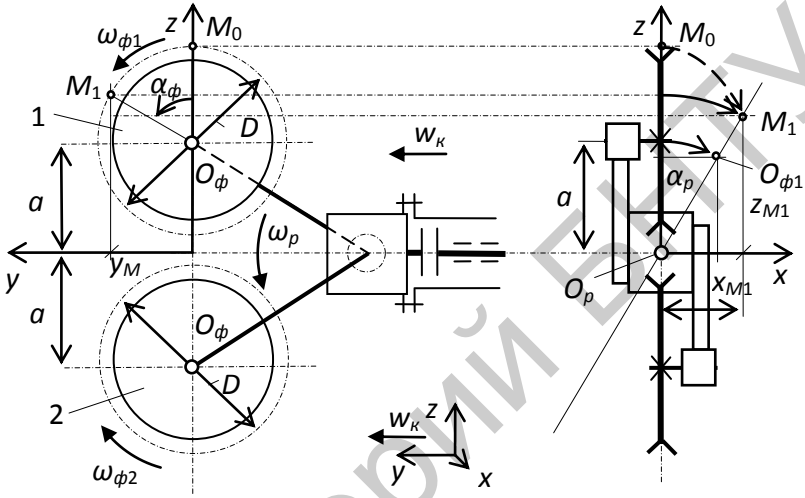

Рис. 1. Расчетная схема планетарного исполнительного органа с перпендикулярными осями

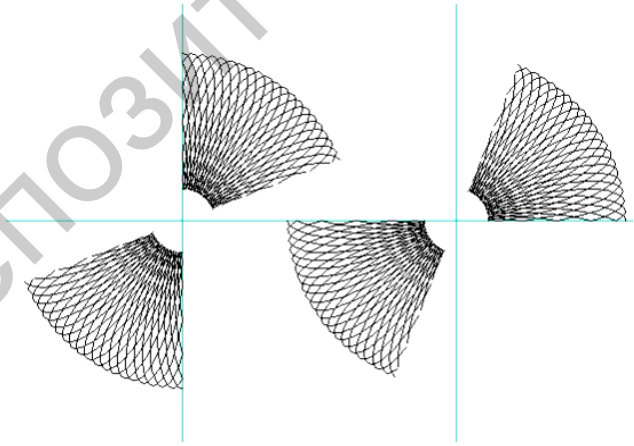

Рис. 2. Траектории движения резцов спаренного ИО комбайна КПО-10,5

Репозиторий БНТУ

Моделирование траектории движения резцов планетарного исполнительного органа позволяет рассчитать толщину среза горной породы одним резцом во время его движения. От толщины среза зависит нагрузка на резцы, а также удельные затраты на фрезерование.

Для анализа динамических процессов, происходящих при работе планетарного исполнительного органа найдем составляющие скорости движения резцов в пространстве, вычислив производную вектор-функции, заданной уравнениями (1) [2, 3]:

$$\begin{cases} x'_M = a\omega_p \cos\beta_p - (D/2)(\omega_\phi \sin\beta_p \sin\beta_p - \omega_p \cos\beta_p \cos\beta_p); \\ y'_M = (D/2)\cdot\omega_\phi \cos\beta_\phi + w_\kappa t; \\ z'_M = -a\omega_p \sin\beta_p - (D/2)(\omega_\phi \sin\beta_\phi \cos\beta_p + \omega_p \cos\beta_\phi \sin\beta_p). \end{cases} \quad (2)$$

Вектор ускорения имеет координаты:

$$\begin{cases} x''_M = -a\omega_p^2 \sin(\beta_p) - D/2(\omega_\phi^2 \cos(\beta_\phi)\sin(\beta_p) + \\ + \omega_p^2 \cos(\beta_\phi)\sin(\beta_p)); \\ y''_M = -D/2\omega_\phi^2 \sin(\beta_\phi); \\ z''_M = -a\omega_p^2 \cos(\beta_p) - D/2\cos(\beta_\phi)\cos(\beta_p)(\omega_\phi^2 + \omega_p^2) + \\ + D\omega_p\omega_\phi \sin(\beta_\phi)\sin(\beta_p). \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, в зависимости от конкретных горно-геологических и горно-технических условий, можно подобрать наиболее оптимальные параметры и, соответственно, траектории резцов планетарного исполнительного органа для надежной и эффективной его работы.

В настоящее время работы над данной темой можно ведутся по следующим направлениям:

1. Исследование взаимного движения двух (или более) соседних зубков резца при условии, что аргументы в их уравнениях движения отличаются на величину Δt;

2. Вычисление ширины стружки горной породы;

3. Нахождение оптимальных параметров движения резцов и фрезы, соответствующих наиболее эффективным результатам работы механизмов проходческо-очистного комбайна.

Литература:

Репозиторий БНТУ

1. Солод В.И., Гетопанов В.Л., Рачек В.М. Проектирование и конструирование горных машин и комплексов Учебник для вузов. – М., Недра, 1982. -350с.
2. Бугров Я.С., Никольский С.М. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии. –М.: Наука, 1980.
3. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление для втузов. т.1-3. -М.: Наука, 1985.

УДК 628.26

МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ЦЕПНОГО БАРА

Студент Ковенькин Д.М.
Научный руководитель – докт. техн. наук, профессор Кислов Н.В.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Конструкция режущей части цепного бара машин «Урал-50» и «ESF-70» имеет ряд специфических особенностей. Резцы с кулаками установлены «веером» под разными углами и рассредоточены по восьми дорожкам бара. Вследствие этого каждый из резцов производит снятие стружки не только своей режущей частью, но и боковой поверхностью, не предназначенной для резания, но и осуществляет волочение измельченной породы.

Выполненный анализ конструкций ценных баров щеленарезных машин положен в основу оценки сил сопротивления врезанию в породу резцов цепного бара. В результате был установлен характер взаимодействия веерно расположенных резцов цепного бара с породой при нарезании щелей.

Показано, что при наклонной установке резцов в кулаках цепного бара резание породы затруднено. Это приводит к увеличению энергозатрат на резание, появлению значительных боковых сил, которые искривляют траекторию резцов и увеличивают затраты энергии на перемещение цепи по направляющим.

В результате была предложена схема *V*-образного резца, на гранях которого боковые силы взаимно уничтожаются. Предлагаются такие резцы устанавливать только на двух дорожках, где оси применяемых резцов отклонены на угол 13° от направления их движения, что позволит уменьшить энергозатраты, будет способствовать выпрямлению траектории тяговых цепей бара и, как следствие, уменьшению износа трущихся частей цепного бара.

Репозиторий БНТУ