

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОНВЕЙЕРНОГО СТАВА

Семенченко А.К. докт. тех. наук., проф., Макаренко Д.Е.
магистрант.

Донецкий национальный технический университет

Разработана математическая модель системы перемещения конвейерного става.

В настоящее время для Украины актуальной является проблема создания средств комплексной механизации для эффективной выемки тонких и средней мощности пластов на основе современных очистных комплексов [1-5].

Одним из базовых элементов современных очистных комплексов является конвейер, конструкция и параметры которого должны обеспечивать надёжную высокопроизводительную работу механизированного комплекса. В этой связи создание теоретической базы для обоснования параметров системы перемещения конвейерного става и развития методов его расчета для проектирования механизированных комплексов с характеристиками, обеспечивающими их эффективную эксплуатацию в условиях повышения нагрузок на очистной забой, является актуальной научной задачей, имеющей практическое значение.

Цель данной работы – разработка математической модели системы перемещения конвейерного става механизированного комплекса.

Для составления этой модели была принята расчётная схема, приведенная на рис. 1.

На рисунке показано:

- P_i, P_{i-1}, P_{i+1} – рештаки i -й, $(i-1)$ -й, $(i+1)$ -й соответственно;
- $\bar{F}_{P_{li}}, \bar{F}_{P_{li}}, \bar{F}_{P_{li+1}}, \bar{F}_{P_{2i+1}}$ – элементы соединения i -го рештака конвейера с последующим рештаком и предыдущим как узел связи ППМ;
- \bar{R}_{P_i} – вектор реакции, действующий от почвы на i -й рештак;
- \bar{F}_{Γ_i} – гидродомкрат передвижки i -го рештака;
- \bar{F}_{3i} – вектор нагрузки, действующий от забоя на i -й рештак.

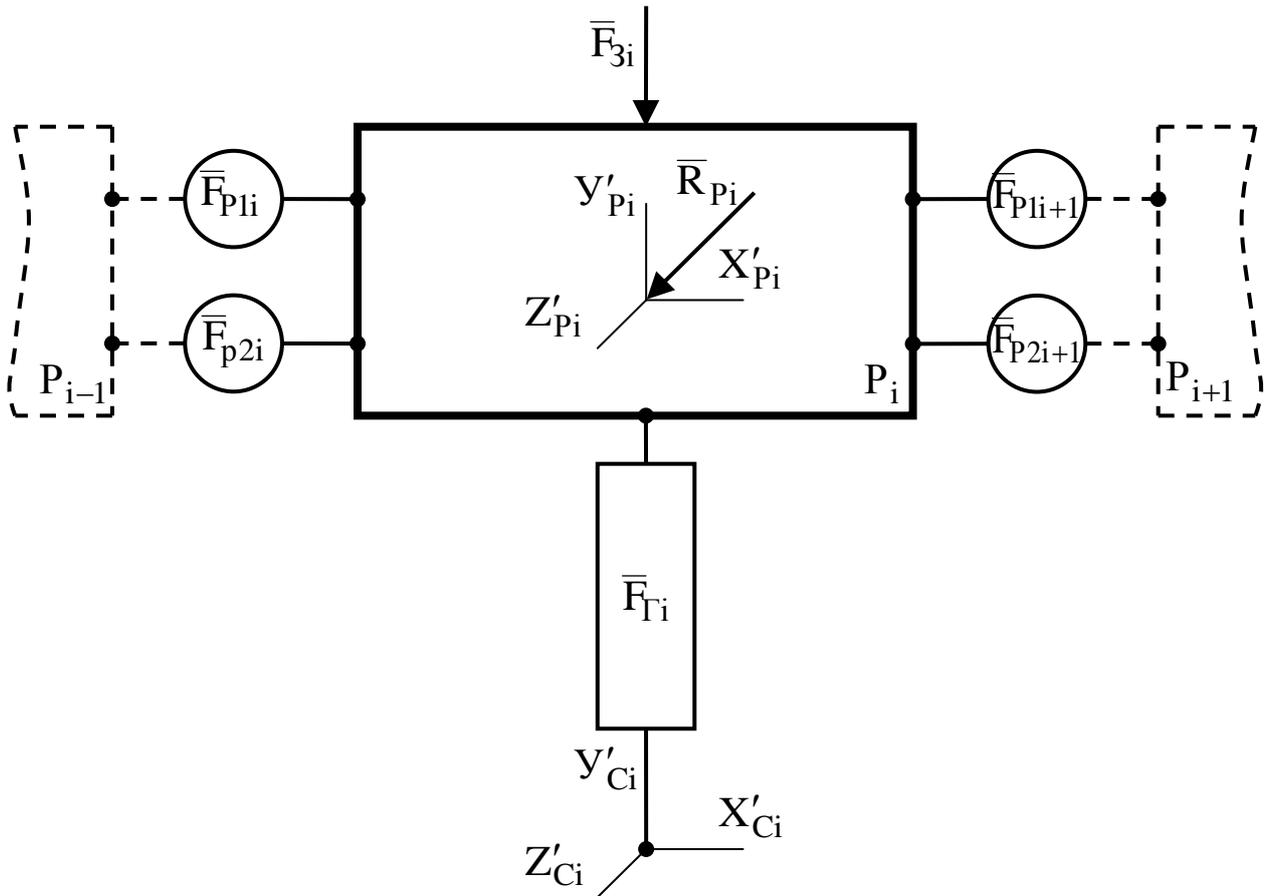


Рисунок 1 – расчётная схема системы перемещения конвейерного става.

В соответствии с приведенной на рис.1 расчётной схемой математическая модель системы перемещения конвейерного става, может быть представлена системой дифференциальных уравнений, описывающих пространственное движение решётки, как абсолютно твёрдого тела, под воздействием внешних нагрузок. Математическая модель записана в виде (1):

$$\left\{ \begin{array}{l}
m_{P_i} \ddot{\bar{r}}_{CP_i} = \bar{F}_{3i} + \bar{R}_{P_i} + \bar{F}_{P_i} + \bar{F}_{P_{i-1}} + \bar{F}_{\Gamma_i} + \bar{G}_{P_i}; \\
J_{PX_i} \dot{\omega}'_{PX_i} + (J_{PZ_i} - J_{PY_i}) \omega'_{PY_i} \omega'_{PZ_i} = M'_{PX_i} (\bar{F}_{3i}, \bar{R}_{P_i}, \bar{F}_{P_i}, \bar{F}_{P_{i-1}}, \bar{F}_{\Gamma_i}); \\
J_{PY_i} \dot{\omega}'_{PY_i} + (J_{PX_i} - J_{PZ_i}) \omega'_{PZ_i} \omega'_{PX_i} = M'_{PY_i} (\bar{F}_{3i}, \bar{R}_{P_i}, \bar{F}_{P_i}, \bar{F}_{P_{i-1}}, \bar{F}_{\Gamma_i}); \\
J_{PZ_i} \dot{\omega}'_{PZ_i} + (J_{PY_i} - J_{PX_i}) \omega'_{PX_i} \omega'_{PY_i} = M'_{PZ_i} (\bar{F}_{3i}, \bar{R}_{P_i}, \bar{F}_{P_i}, \bar{F}_{P_{i-1}}, \bar{F}_{\Gamma_i}); \\
\dot{\bar{i}}_{P_i} = \bar{i}_{P_i} \times \bar{\omega}'_{P_i}; \\
\dot{\bar{j}}_{P_i} = \bar{j}_{P_i} \times \bar{\omega}'_{P_i}; \\
\dot{\bar{k}}_{P_i} = \bar{k}_{P_i} \times \bar{\omega}'_{P_i}; \\
(C'_{P_i}) = (\bar{i}_{P_i}, \bar{j}_{P_i}, \bar{k}_{P_i})^T; \\
\bar{F}_{\Gamma_i} = f_{\Gamma}(\bar{Y}_{P_i}, \bar{Y}_{C_i}, Q_1, Q_2; \bar{P}_{\Gamma_i}); \\
\bar{F}_{3i} = f_3(\bar{Y}_{P_i}; \bar{P}_{3i}); \\
\bar{F}_{P_i} = f_P(\bar{Y}_{P_i}, \bar{Y}_{P_{i+1}}; \bar{P}_{\Xi_i}); \\
\bar{R}_{P_i} = f_P(\bar{Y}_{P_i}; \bar{P}_{P_i});
\end{array} \right. \quad (1)$$

где m_{P_i} – масса i -го рештака;

$J_{PX_i}, J_{PY_i}, J_{PZ_i}$ – главные моменты инерции i -го рештака;

\bar{r}_{CP_i} – радиус-вектор центра масс в СК OXYZ i -го рештака;

\bar{v}_{CP_i} – скорость центра масс i -го рештака в СК OXYZ;

$\bar{i}_{P_i}, \bar{j}_{P_i}, \bar{k}_{P_i}$ – единичные векторы направления осей (CX', CY' и CZ') i -го рештака в СК OXYZ;

$\bar{\omega}'_{P_i}$ – угловая скорость i -го рештака в локальной системе координат;

(C'_{P_i}) – матрица направляющих косинусов в локальной системе координат i -го рештака;

\bar{F}_{Γ_i} – сила, действующая от гидродомкрата на i -й рештак;

\bar{R}_{P_i} – сила, действующая от почвы на i -й рештак;

$\bar{F}_{P_i}, \bar{F}_{P_{i+1}}$ – силы, действующие на i -й рештак от последующего рештака ($i+1$) и предыдущего ($i-1$) соответственно;

\bar{F}_{3i} – сила, действующая со стороны забоя на i -й рештак;

\bar{G}_{P_i} – вес, заданный в СК OXYZ, i -го рештака;

M'_{P_i} – главный момент системы внешних сил, приложенных к i -му рештаку и i -й секции крепи соответственно;

$\bar{F}_{\Gamma i} = f_{\Gamma}(\bar{Y}_{Pi}, \bar{Y}_{Ci}, Q_1, Q_2; \bar{P}_{\Gamma i})$ – ММ (в интегрированном виде) формирования усилия в гидродомкрате [9],

где $\bar{Y}_{Pi} \{ \bar{r}_{PCi}, \bar{v}_{CPr}, \bar{\omega}'_{Pi}, (C'_{Pi}) \}$, $\bar{Y}_{Ci} \{ \bar{r}_{CCi}, \bar{v}_{CCi}, \bar{\omega}'_{Ci}, (C'_{Ci}) \}$ – вектор состояния i -го рештака и i -й секции крепи соответственно;

Q_1, Q_2 – расходы в точках подключения;

\bar{P}_{Γ} , – вектор параметров гидродомкрата.

$\bar{F}_{3i} = f_3(\bar{Y}_{Pi}; \bar{P}_{3i})$ – ММ (в интегрированном виде) формирования внешнего возмущения в зоне взаимодействия i -го рештака с забоем,

где \bar{P}_{3i} – вектор параметров зоны взаимодействия рештака с забоем.

$\bar{F}_{Pi} = f_P(\bar{Y}_{Pi}, \bar{Y}_{Pi+1}; \bar{P}_{\Theta i})$ – ММ (в интегрированном виде) формирования вектора нагрузки в элементах соединения i -го рештака конвейера с последующим рештаком,

где $\bar{P}_{\Theta i}$ – вектор параметров элемента соединения рештаков.

$\bar{R}_{Pi} = f_P(\bar{Y}_{Pi}; \bar{P}_{Pi})$ – ММ (в интегрированном виде) формирования вектора реакции, действующей от почвы на i -й рештак,

где \bar{P}_{Pi} – вектор параметров опорной системы опоры i -го рештака.

Выводы:

1. Разработанная математическая модель описывает процесс передвижения рештаков конвейера механизированного комплекса под действием внешних нагрузок, с учётом связей между рештаками. Модель может быть использована при проектировании высокопроизводительных механизированных комплексов для обоснования рациональных параметров системы передвижки конвейера и секций механизированной крепи, а также для получения исходных данных для расчёта элементов соединения и выбора их параметров.
2. Направлением дальнейших исследований является разработка математических моделей системы передвижки конвейера и крепи с учётом математических моделей гидропривода насосной станции и соединения рештаков, а также системы интеллектуального управления режимами работы комплекса как мехатронного объекта.

Список источников.

1. К вопросу повышения технического уровня высокопроизводительных комплексов / Семенченко А. К., Шабаев О. Е., Семенченко Д. А., Степаненко Е. Ю., Мотин Н. Н. // Наукові праці Донецького національного технічного університету, випуск 14 (127), Серія: гірничо-електромеханічна, Донецьк, 2007.
2. Н.С. Сургай, В.В. Виноградов, Ю.И. Кияшко. Производительность очистных комплексов нового технического уровня и пути ее повышения. // Уголь Украины – 2001. - №6. – С. 2-6.
3. Лаптев А.Г. Перспективы развития горной промышленности на базе технического перевооружения шахт // Уголь Украины. – 2002. - №2-3. – С. 10-14.
4. Косарев В.В. Новая техника Донгипроуглемаша - основа интенсификации добычи угля // Уголь Украины. - 2003. - №9. - С.5-9.
5. Косарев В.В. Новый этап в развитии угольного машиностроения Украины // Уголь Украины. – 2004. - №12. – С. 3-10.
6. Семенченко А.К. Кравченко В.М., Шабаев О.Е. Теоретические основы анализа и синтеза горных машин и процесса их восстановления как динамических систем . Донецк: РВА ДонНТУ, 2002.