

УДК 622.232

В.В. Аксенов, В.Ю. Садовец

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ГЕОХОДА

В развитие задачи моделирования кинематики (координатных составляющих скорости), в которой определена полная группа и представлено многообразие уравнений колебаний [1] для выбора типажа при прочностных расчетах, следует рассмотреть возможные варианты видов движения, которые могут возникать на выходе привода геохода, содержащего дефекты. Эти результаты должны использоваться для описания траекторий движения резцов, отклоняющихся от круговой траектории под действием циклических включающихся силовых домкратов.

Модели кинематики позволяют получить уравнения переносного движения инструмента, отстоящего на радиус  $R$  от оси выработки

$$X_{II}(t) = V_X(t)R, \quad Y_{II}(t) = V_Y(t)R.$$

Можно привести примеры существенно различающихся типов переносных колебаний, возникающих при характерных видах состояния (рис.1).

Необходимо подчеркнуть, что:

1) модели формирования колебаний в приводе являются между собой линейно независимыми [2];

2) на графиках видны очевидные амплитудные отличия;

3) даже визуально (например, по положению экстремумов) отмечается разнообразие форм колебаний.

Таким образом, обосновывается постановка задачи о необходимости перебора всех возможных вариантов состояний для получения надежных результатов расчетов.

Для моделирования относительных колебаний машины в плоскости, перпендикулярной к оси выработки, используем простое определение

$$X(t) = \int_0^t V_X(\vartheta) d\vartheta; \quad Y(t) = \int_0^t V_Y(\vartheta) d\vartheta.$$

Как и ранее, наиболее опасный вид движения возникает в случае состояния и модели №3. Уравнения колебаний по координатным осям можно получить достаточно просто

$$X_3(t) = \frac{4\pi V_0 T}{n^2 - m^2} \times \left[ \frac{1}{m-1} \sin \frac{2\pi(m-1)t}{T} + \frac{1}{m+1} \sin \frac{2\pi(m+1)t}{T} - \frac{1}{n-1} \sin \frac{2\pi(n-1)t}{T} - \frac{1}{n+1} \sin \frac{2\pi(n+1)t}{T} \right];$$

$$Y_3(t) = \frac{4\pi V_0 T}{n^2 - m^2} \times \left\{ \frac{1}{m-1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(m-1)t}{T} \right] + \frac{1}{m+1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(m+1)t}{T} \right] - \frac{1}{n-1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(n-1)t}{T} \right] - \frac{1}{n+1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(n+1)t}{T} \right] \right\}.$$

$$-\frac{1}{n-1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(n-1)t}{T} \right] - \frac{1}{n+1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(n+1)t}{T} \right].$$

В результате можно выделить наиболее опасные виды колебаний (рис.2), разнообразные как по амплитуде, так и по форме.

Теперь, если образовать из этих координатных составляющих соответствующую суперпозицию, то можно получить модели траекторий, по которым движется ось машины относительно оси выработки (рис. 3) под действием циклически рабо-

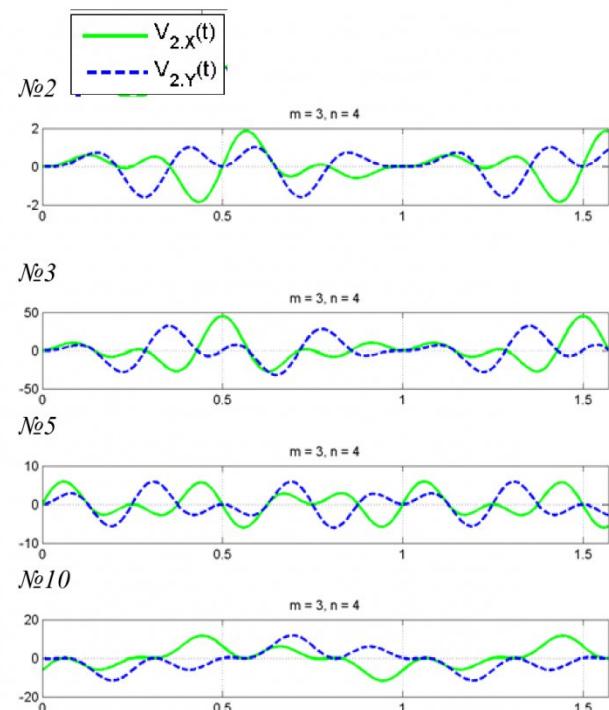


Рис. 1 Иллюстрации возможных типов переносных колебаний рабочего органа

тающих силовых домкратов.

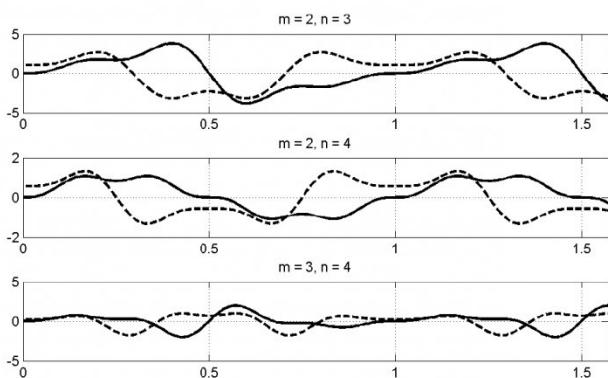


Рис. 2 Примеры наиболее опасных видов колебаний по модели №3

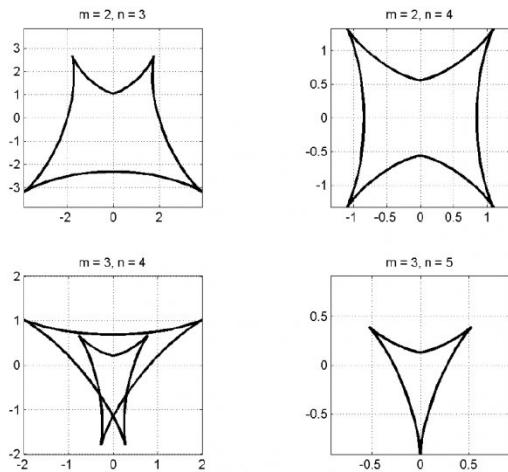


Рис. 3 Траектории оси машины при относительных колебаниях для модели №3 состояния привода

Главную особенность траекторий составляют особые точки, в которых имеют место разрывы производной  $dY/dX$  или, иначе, резкие изменения направления движения резцов. Понятно, что реально проявляется угловая суперпозиция переносного и относительного движений, и при больших радиусах особые точки проявляются гораздо слабее.

Можно отметить, что уравнение, описывающее колебания при модели №6, отличается от рассмотренного смешанным характером учета высших гармоник  $m\Omega$  и  $n\Omega$ , а также присутствием в явном виде гармоники  $\Omega$  (рис.4):

$$X_6(t) = \frac{2V_0T}{m} \left\{ \frac{1}{m-1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(m-1)t}{T} \right] + \right. \\ \left. + \frac{1}{m+1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(m+1)t}{T} \right] \right\} +$$

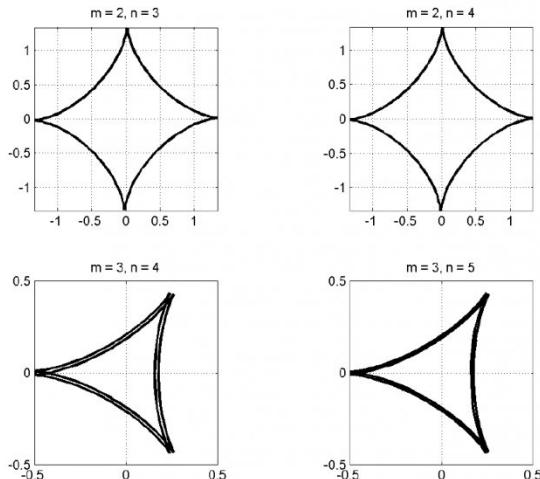


Рис. 5. Траектории оси машины при относительных колебаниях для моделей №6 и №10 состояния привода

$$+ \frac{V_0T}{4\pi n^2} \left[ \begin{array}{l} 2 \sin \frac{2\pi t}{T} - \frac{1}{n-1} \sin \frac{2\pi(n-1)t}{T} \\ - \frac{1}{n+1} \sin \frac{2\pi(n+1)t}{T} \end{array} \right]; \\ Y_6(t) = \frac{2V_0T}{m} \left[ \begin{array}{l} \frac{1}{m-1} \sin \frac{2\pi(m-1)t}{T} \\ - \frac{1}{m+1} \sin \frac{2\pi(m+1)t}{T} \end{array} \right] + \\ + \frac{V_0T}{4\pi n^2} \left\{ \begin{array}{l} 2 \left[ 1 - \cos \frac{2\pi t}{T} \right] + \frac{1}{n-1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(n-1)t}{T} \right] - \\ - \frac{1}{n+1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(n+1)t}{T} \right]. \end{array} \right\}$$

Здесь выделяется совпадение форм колебаний и их независимость от параметра  $n$ . Таким образом, получаются два типа одинаковых траекторий (рис. 5).

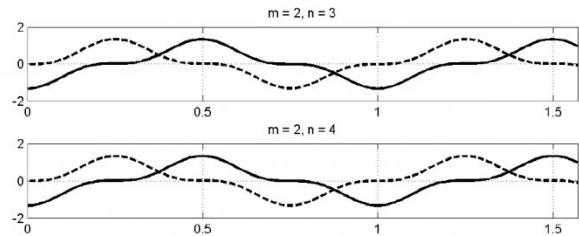


Рис. 4. Примеры колебаний машины по модели №6

Наконец, модель формирования №7 приводит к обратному по отношению к №3 типу уравнений движения

$$X_7(t) = \frac{2V_0T}{mn} \left\{ \begin{array}{l} \frac{n}{m-1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(m-1)t}{T} \right] + \\ + \frac{n}{m+1} \left[ 1 - \cos \frac{2\pi(m+1)t}{T} \right] \end{array} \right\} +$$

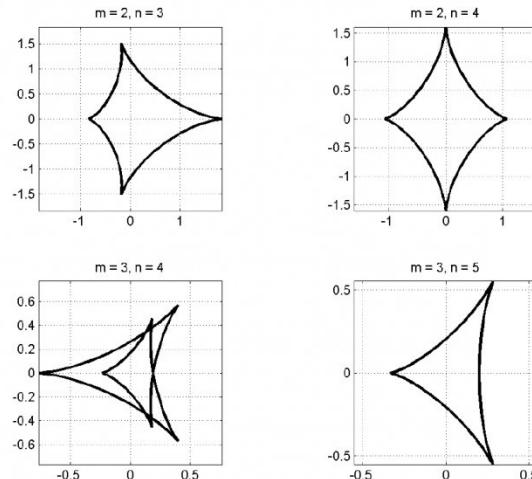


Рис. 6 Траектории оси машины при относительных колебаниях для моделей №7 и №11 состояния привода

$$Y_7(t) = \frac{2V_0T}{mn} \left[ \begin{array}{l} \frac{n}{m-1} \sin \frac{2\pi(m-1)t}{T} - \\ - \frac{n}{m+1} \sin \frac{2\pi(m+1)t}{T} + \\ + \frac{m}{n-1} \sin \frac{2\pi(n-1)t}{T} - \frac{m}{n+1} \sin \frac{2\pi(n+1)t}{T} \end{array} \right].$$

В результате можно построить траектории иного типа (рис.6), в которых проявляется сильная зависимость формы от параметров высших гармоник. Кроме того, в конечных решениях также

можно отметить линейную независимость вариантов между собой.

Обозначив координаты особых точек через  $\tilde{x}, \tilde{y}$ , можно использовать простую пропорцию для оценки изменения шага резания на инструменте

$$\Delta \approx \frac{k m n \sqrt{\tilde{x}^2 + \tilde{y}^2}}{2\pi R},$$

а, следовательно, и приращения усилия резания.

Итак, использование принципов диагностики по отношению к системам привода геоходов позволяет промоделировать значимо различающиеся режимы резания и нагружения рабочего органа.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моделирование особенностей кинематики геохода / Аксенов В.В., Садовец В.Ю. // Вестн. КузГТУ, 2006, №6.2, с. 37-39

□ Автор статьи:

Аксенов Владимир Валерьевич - докт. техн. наук, старший научный сотрудник ИУУ СО РАН	Садовец Владимир Юрьевич - соискатель каф. стационарных и транспортных машин
---	---

**УДК 622.281**

**Е. Б. Росстальной**

## ТАМПОНАЖ ЗАКРЕПНОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ И ПОДДЕРЖАНИИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Тампонаж закрепленного пространства при проходке горных выработок применяют достаточно широко в странах, где добывают уголь на глубинах, превышающих 1000 м (Германия, Польша, Китай). Его применяют для изоляции окружающе-

го породного и угольного массива при разработке пожароопасных пластов для предохранения от самовозгорания, для исключения скопления метана в закрепленном пространстве, для повышения устойчивости крепи горных выработок.

Подбор составов и режимов нагнетания твердеющих смесей в закрепленное пространство

№ опыта	Состав раствора (весовые части)			Кол-во составляющих			Крупность песка, мм	Усадка ко- нуса, см	Раскрытие щелей, см	Добавление нагнетания, МПа	Высота за- полнения стенда, см	Потери раствора, %	Примеча- ние
	Ц	П	В	Ц, кг	П, кг	В, л							
1	1	3	0,7	7	21	5	2–5	2		0,2–0,4	30,0	нет	
2	1	4	1	8	32	8	2–5	4	2	0,2–0,4	100,0	5,0	
3	1	3,2	1	11	35	11	2–5	5	3	0,2–0,4	80,0	нет	
4	1	5	1,1	8	43	9	2–5	7	3	0,2–0,4	120,0	нет	
5	1	5	1,1	16	80	18	2–5	20	2	0,2–0,4	160,0	нет	
6	1	5	1,1	16	80	18	2–5	20	2	0,2–0,4	160,0	нет	
7	1	5	1,1	16	80	18	2–5	22	3	0,2–0,4	156,0	10,0	
8	1	5	1,1	16	80	17,5	2–5	21	5	0,6	180,0	10,0	были пустоты
9	1	5	1,2	8	40	17,5	2–5	22	5	0,6	180,0	10,0	