

вуют предъявляемым к ИО геоходов требованиям, что обуславливает необходимость разработки принципиально новых компоновочных и технических решений ИО геохода.

При разработке новых решений ножевых ИО геоходов воспользуемся уже апробированным, при разработке общих компоновочных решений по новому классу горнодобывающего оборудования, подходом.

Для синтеза новых технических и компоновочных решений по ИО геохода, рассмотрим технологическую операцию отделения горной массы.

В структурном портрете геохода под операцию отделения выделен соответствующий сектор, фрагмент структурного портрета, с набором функциональных устройств и функционально-конструктивных элементов (рис. 4). Для полного и наглядного представления структуры ИО выделим и введем символическое обозначение конструктивных элементов последнего.

В структуре ножевого ИО геохода выделены следующие признаки классификации:

- по количеству радиальных

ножей;

- по геометрии расположения радиальных ножей относительно оси геохода;
- по наличию или отсутствию привода: активный или пассивный;
- по количеству винторезов;
- по количеству лезвий.

На основе сформированных фрагментов структурного портрета, основанных на интеграционном подходе, были разработаны компоновочные и технические решения ножевого ИО геохода, некоторые из которых представлены в табл. 1.

Следует отметить, что благодаря использованию интеграционного подхода, наработано около 280 конструктивных схем ножевого ИО геохода.

В настоящее время разработана концепция инвестиционного проекта «Геоходостроение – создание научно-технической базы машиностроения в России». Одним из направлений этого проекта является разработка опытных образцов геоходов.

Выводы

1. Анализ работы геохода позволил:

- выделить особенности функционирования ножевого

ИО геохода;

- выработать основные требования к ножевым ИО геохода.

2. Использование функционально-конструктивного подхода позволило:

- создать инструмент для синтеза новых технических решений ИО геохода и апробировать его при разработке технических решений ножевых ИО.

- наработать более 280 вариантов конструктивных решений ИО геохода;

- выявить большое поле деятельности и широкие возможности в направлении создания ИО геохода ножевого типа.

3. Исходя из программы создания опытных образцов геоходов, основополагающей стратегической линией которой является путь «от простого к сложному», определен порядок дальнейшей проработки аналитических и конструктивных вариантов ножевых ИО геохода:

- без собственного привода (пассивный ИО);

- ножевой с резцами (пассивный ИО);

- шnekовый (активный ИО);

- барабанно-фрезерный (активный ИО).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винтовые проходческие агрегаты / А.Ф. Эллер, В.Ф. Горбунов, В.В. Аксенов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1992. – 192 с.
2. Аксенов В.В. Научные основы геовинчестерной технологии проведения горных выработок и создания винтовых агрегатов: Дис. на соискание уч. спер. док. техн. наук. – Кемерово, 2004, 307 с.

□ Автор статьи:

Аксенов

Владимир Валерьевич
- докт. техн. наук, старший научный
сотрудник ИУУ СО РАН

Садовец

Владимир Юрьевич
- соискатель каф. стационарных и
транспортных машин

УДК 622.232

В.В. Аксенов, В.Ю. Садовец

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КИНЕМАТИКИ ГЕОХОДА

Привод геохода содержит k силовых домкратов, каждый из которых обеспечивает поворот агрегата на угол $\psi = 2\pi/k$, создавая среднюю угловую скорость $\Omega = 2\pi/T$. Неуравнове-

шленность привода и наличие кинематических особенностей (для краткости именуемых дефектами) приводит к формированию в спектре колебаний с высшими частотами $m\Omega$ и $n\Omega$.

Пусть для определенности $m < n$; $m, n = 2, 3, \dots$. Диагностика особенностей режимов и распознавание моделей нагружения агрегата возможны, если дополнительные колебания имеют

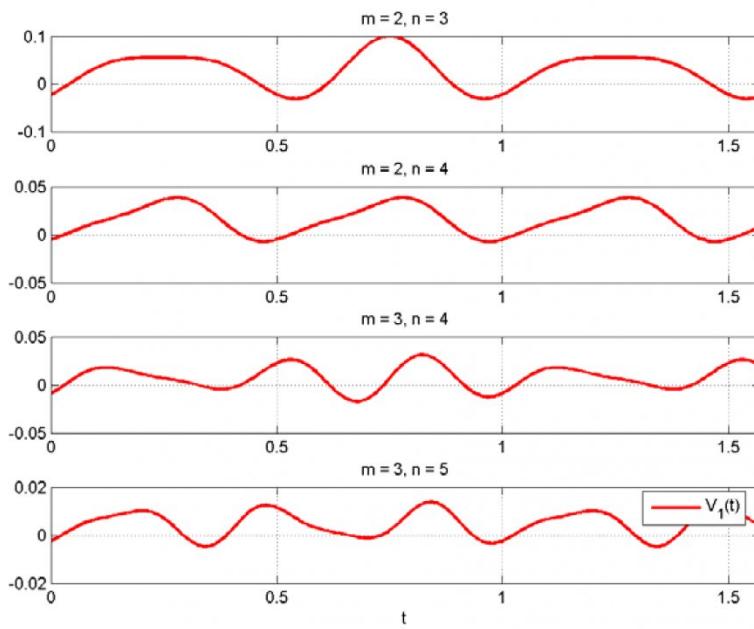


Рис. 1. Модели изменения окружной скорости на выходе основной динамической системы

устойчивый гармонический характер и их изображения по

Лапласу содержат простые полюса $s=\pm im\Omega$ и $s=\pm in\Omega$.

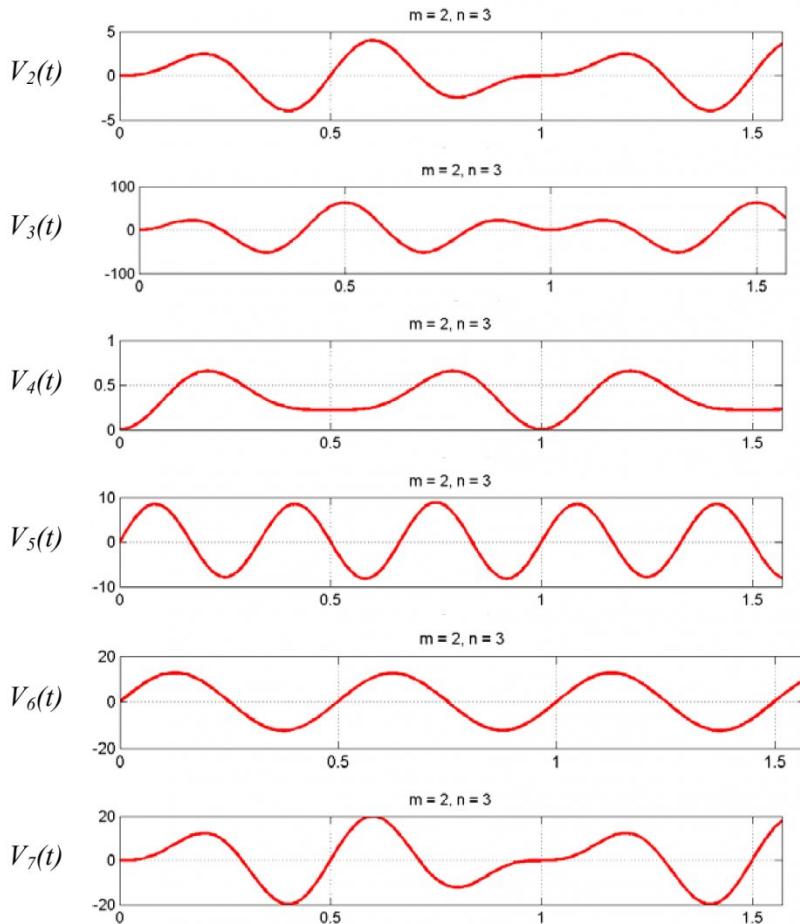


Рис. 2. Примеры возможных вариантов динамических процессов при наличии особенностей (дефектов) в приводе геохода

Существует конечное число моделей систем, передаточные функции которых удовлетворяют этому условию [1]. При квазистатическом воздействии силового домкрата $V = V_0 \cdot \bar{1}(t)$, где $\bar{1}(t)$ – ступенчатая функция Хэвисайда; подобных моделей существует всего 11 и проблема моделирования сводится к перебору **различимых** особенностей или видов состояния систем привода и выбору в качестве расчетного худшего из вариантов.

Сравнение удобно производить с ординарной системой с 2 степенями свободы, передаточная функция которой

$$Y_1(s) = \frac{(2\pi)^4}{s^2 T^2 + 4\pi^2 m^2} \cdot \frac{1}{s^2 T^2 + 4\pi^2 n^2}.$$

При параллельном соединении элементарных звеньев (по определению, данному в [1]) получаем

$$\frac{1}{sT - i \cdot 2\pi m} + \frac{1}{sT + i \cdot 2\pi m} = \frac{2s}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2}$$

(аналогично для n).

На этой основе вводятся следующие модели систем привода

$$Y_2(s) = (2\pi)^4 \times \frac{2sT}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2} \cdot \frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi n)^2};$$

$$Y_3(s) = (2\pi)^2 \times \frac{(2sT)^2}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2} \cdot \frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi n)^2}.$$

Простое параллельное соединение подсистем приводит к новым вариантам в зависимости от знака связи

$$Y_{4/8}(s) = (2\pi)^2 \cdot \left[\frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2} \pm \frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi n)^2} \right].$$

Вводя дополнительно такие же соединения звеньев в подсистемах, получаем две новые группы моделей

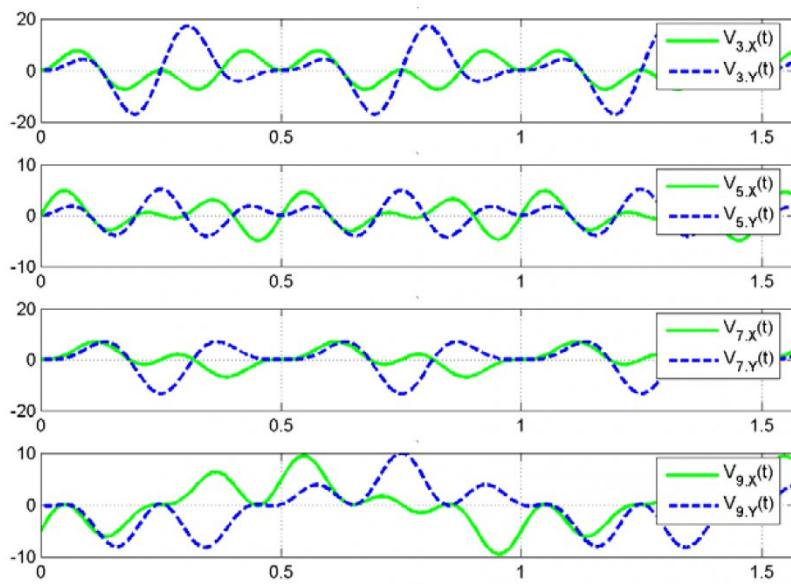


Рис. 3. Примеры вариантов динамических процессов, формирующихся на оси геохода

$$Y_{5/9}(s) = (2\pi)^2 \times \left[\frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2} \pm \frac{2sT}{s^2 T^2 + (2\pi n)^2} \right];$$

$$Y_{6/10}(s) = (2\pi)^2 \times \left[\frac{2sT}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2} \pm \frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi n)^2} \right];$$

$$Y_{7/11}(s) = (2\pi)^2 \cdot 2sT \times \left[\frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi m)^2} \pm \frac{1}{s^2 T^2 + (2\pi n)^2} \right].$$

Таким образом, наряду с ординарным решением (рис.1)

$$V_1(t) = \frac{V_0}{m^2 n^2} \times \left[1 - \frac{n^2 \cos m\Omega t - m^2 \cos n\Omega t}{n^2 - m^2} \right].$$

Получаем для сравнения совокупность моделей, проиллюстрированную наиболее интересными примерами на рис.2 при гармониках 2Ω и 3Ω .

Изменение амплитудных значений окружной скорости в

зависимости от состояния приводов достигает трех порядков, что доказывает чрезвычайную важность рассмотрения всей совокупности альтернативных моделей. Понятно, что прочностной расчет должен гарантировать работу привода при модели №3 и, кроме того, значительный интерес представляют особенности состояния при моделях №6 и 7.

Напротив, при практическом анализе ряд моделей можно отфильтровать. Однако, чтобы избежать пропуска важных эффектов окончательное заключение делается по моделям проекций окружной скорости на координатные оси машины

$$V_X(t) = V(t) \cos \Omega t;$$

$$V_Y(t) = V(t) \sin \Omega t.$$

Здесь следует обратить внимание на то, что, по сути, происходит амплитудная модуляция, приводящая к изменению состава спектра – теперь он содержит

гармоники $(m \pm l)\Omega$ и $(n \pm l)\Omega$. Этот факт оказывает существенное влияние на трактовку результатов при различных способах измерения колебаний машин. В качестве примера приведем уравнения координатных составляющих скорости колебаний при модели №3:

$$V_{3X}(t) = \frac{8\pi^2 V_0}{n^2 - m^2} \times \left[\cos(m-1)\Omega t + \cos(m+1)\Omega t - \right. \\ \left. - \cos(n-1)\Omega t - \cos(n+1)\Omega t \right];$$

$$V_{3Y}(t) = \frac{8\pi^2 V_0}{n^2 - m^2} \times \left[\sin(m-1)\Omega t - \sin(m+1)\Omega t - \right. \\ \left. - \sin(n-1)\Omega t + \sin(n+1)\Omega t \right].$$

Чтобы подчеркнуть эффект изменения частотного состава иллюстрации на рис. 3 даны при $m=3$, $n=5$.

Представленный материал позволяет проиллюстрировать многообразие форм колебаний координатных составляющих скорости на оси машины. При наибольшей опасности модели №3 с позиций диагностики большой интерес могут представлять и другие особенности состояния привода.

Одно из основных утверждений заключается в том, что, используя полную группу моделей динамических систем, мы гарантируем представительность выбранных для последующих прочностных расчетов типов динамических процессов. Кроме того, разработанный способ позволяет заранее получить правила проведения и трактовки результатов вибродиагностики без поиска аналогий для оригинальной по конструкции машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Логов А.Б., Замараев Р.Ю. Математические модели диагностики уникальных объектов. - Новосибирск, СО РАН, 1999. – 228 с.

□ Авторы статьи:

Аксенов

Владимир Валерьевич
- докт. техн. наук, старший научный сотрудник ИУУ СО РАН

Садовец

Владимир Юрьевич
- соискатель каф. стационарных и транспортных машин