

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА И РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОДНОВАЛЬНОГО ВИБРАТОРА НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА САМОБАЛАНСНОГО ТИПА

Чеботарев О. И. – магистрант,
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова

Целью работы является разработка рабочей документации на изготовление одновального вибратора направленного действия для вибрационного грохота самобалансного типа.

Постановка задачи и новизна.

Теоретической задачей работы является обоснование возможности получения стабильно направленных колебаний различных законов при непосредственной передаче инерционных сил на корпусе генератора механических колебаний.

Практической задачей работы является разработка проектной и рабочей документации на изготовление одновального вибратора принципиально новой конструкции для вибрационного грохота самобалансного типа.

Устройство для получения направленных механических колебаний в виде зубчато-планетарного механизма содержит корпус 1 (рисунок 4) с опорным центральным колесом внутреннего зацепления (коронным) 2 и соединенную с ним беговую дорожку 3. Диаметры беговой дорожки и делительной окружности коронной шестерни равны, рабочая поверхность качения беговой дорожки совпадает с делительной поверхностью коронной шестерни. Коронная шестерня 2 с беговой дорожкой 3 закреплены на корпусе 1 с возможностью поворота относительно него, что дает возможность нагружать различные части деталей и увеличить работоспособность устройства.

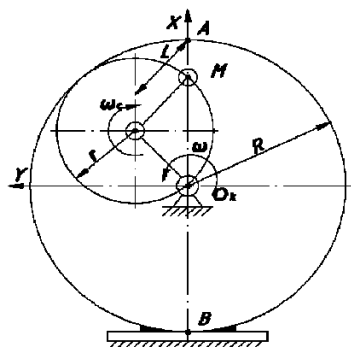
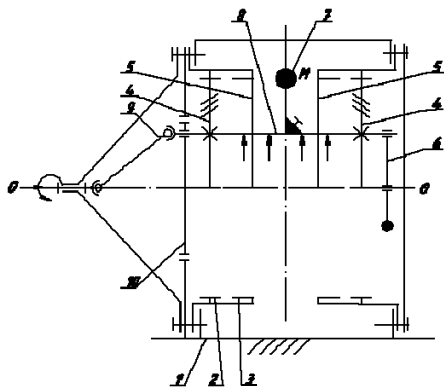


Рисунок 1 - Устройство для получения направленных механических колебаний

С коронным колесом 2 и беговой дорожкой 3 взаимодействуют имеющие общую ось вращения сателлит 4 и ролик 5, удерживаемые во взаимодействии водилом 6. Диаметры ролика и делительной окружности сателлита равны и в целое число раз ($n = 2, 3, 4, \dots, N$) меньше диаметра делительной окружности коронного колеса. На оси сателлита закреплен инерционный элемент 7 с возможностью изменения положения общего центра масс M как относительно оси вращения, так и относительно сателлита. Положение относительно

оси вращения сателлита, 5 характеризуемое расстоянием l (рисунок 5), изменяется посредством ползункового устройства, эксцентрика или заменой инерционного элемента. Для изменения углового положения центра масс относительно сателлита можно использовать шлицевое или конусное соединение вала 8 сателлита с инерционным элементом 7. Соединение с двигателем может быть осуществлено посредством карданного вала 9 с валом 8, или непосредственно через водило 6. Применение шевронных или косозу-

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА И РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОДНОВАЛЬНОГО ВИБРАТОРА НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА САМОБАЛАНСНОГО ТИПА

бых разнесенных шестерен 4 позволяет предупредить осевое смещение сателлита, уменьшить шум при работе вибровозбудителя.

Модель одновального вибратора генератора направленных колебаний для самобалансных грохотов, представленная кафедрой «Подъемно-транспортные и дорожные машины» совместно с НПФ «Технолог», защищенная патентом №2381078 Исаев И.К.,

Герасимов М.Д., получившая государственный грант, является компактным, простым, экономичным и легким в эксплуатации устройством, существенно снижает приведенные выше недостатки вибрационных узлов, состоящих из двух вибраторов с круговыми или с эллиптическими колебаниями., не имеющим аналогов как в отечественном так и зарубежном вибраторостроении.

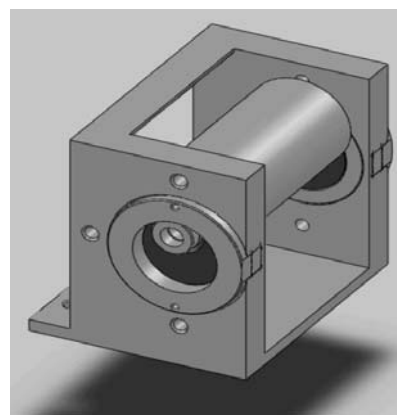
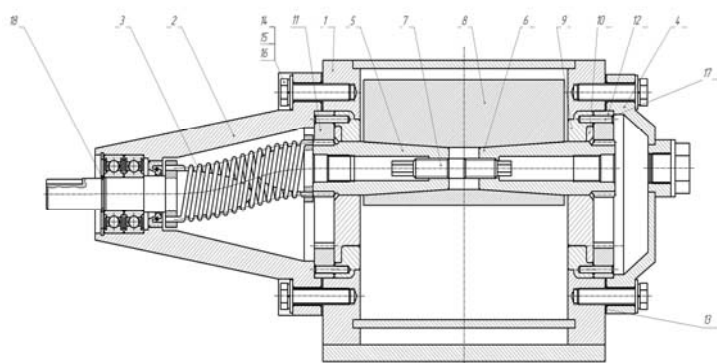


Рисунок 2 - Одновальный вибратор направленных колебаний для самобалансных грохотов

Определение закона и траектории движения центра масс планетарного вибратора.

Известны конструкции планетарных вибраторов, в которых колебания создает, обкатывающаяся по неподвижному венцу планетарная шестерня. Причем центр масс планетарной шестерни расположен на её делительной окружности (рисунок 9). В данной конструкции вибратора траектория движения центра тяжести планетарной шестерни зависит от соотношения диаметров планетарной и венцовой шестерен. И в следствие, от соотношения размеров шестерен зависит харак-

тер самих колебаний. Таким образом, для определения характера колебаний, необходимо знать, закон движения центра тяжести планетарной шестерни. Для определения этого закона движения составим расчетную схему (рисунок 10).

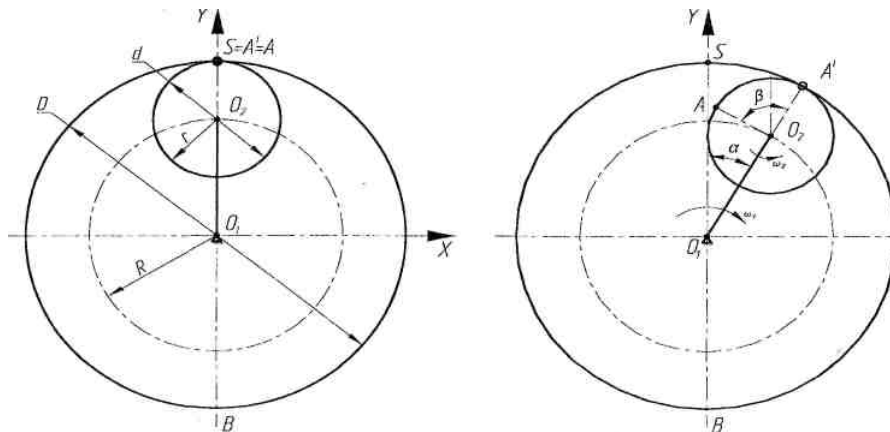
Постановка задачи. Движение центра масс планетарной шестерни (точка А) является сложным и складывается из относительного вращения вокруг оси шестерни (точка О_т) и переносного вращения самой оси шестерни вокруг оси вибратора (точка О_и) и может быть записан в следующей форме:

$$\begin{cases} X_A = X_{отн} + X_{пер}; \\ Y_A = Y_{отн} + Y_{пер}. \end{cases}$$

Метод решения задачи. Учитывая, что

$$\begin{cases} X_{пер} = R \sin \alpha(t); \\ Y_{пер} = R \cos \alpha(t), \\ X_{от} = -r \sin(\beta(t) - \alpha(t)); \\ Y_{от} = r \cos(\beta(t) - \alpha(t)), \end{cases}$$

подставляя в уравнение (1), получим



$$\begin{cases} X_{от} = R \sin \alpha(t) - r \sin(\beta(t) - \alpha(t)); \\ Y_{от} = R \cos \alpha(t) + r \cos(\beta(t) - \alpha(t)). \end{cases} \quad (2)$$

Рисунок 3 - Схема к определению характера колебаний планетарного вибратора

Принимая во внимание, что $D = 2(R + r)$ и $d = 2r$, введем понятия:

коэффициент отношения радиусов
 $n = \frac{R}{r};$

коэффициент отношения диаметров
 $k = \frac{D}{d}.$

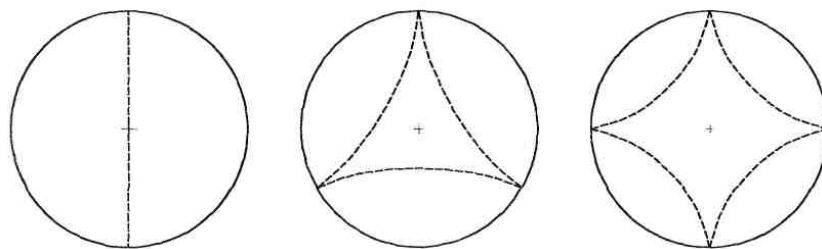
Следует отметить, что $k = \frac{R+r}{r} = \frac{nr+r}{r} = n + 1$, т. к. планетарная шестерня вращается без проскальзывания, то длина дуги SA' равна длине дуги AA'. То есть

$\frac{\pi D \alpha(t)}{360} = \frac{\pi d \beta(t)}{360}$. Преобразуя выражение, получим:

$$\beta(t) = \frac{D}{d} \alpha(t) = k \alpha(t) = n \alpha(t) = \alpha(t).$$

Учитывая, что $R = nr$, подставляем полученные значения в уравнение (2):

$$\begin{cases} X_{от} = nr \sin \alpha(t) - r \sin(n \alpha(t) + \alpha(t) - \alpha(t)); \\ Y_{от} = nr \cos \alpha(t) + r \cos(n \alpha(t) + \alpha(t) - \alpha(t)). \end{cases}$$



а $k = 2, n = 1$; б $k = 3, n = 2$; в $k = 4, n = 3$

Рисунок 4 - Траектория движения центра масс вибрационного механизма планетарного вибратора в зависимости от соотношения размеров планетарной передачи

Преобразуя, окончательно получим

$$\begin{cases} X_{от} = r \{ n \sin \alpha(t) - \sin(n \alpha(t)) \}; \\ Y_{от} = r \{ n \cos \alpha(t) + \cos(n \alpha(t)) \}. \end{cases} \quad (3)$$

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА И РАБОЧЕЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОДНОВАЛЬНОГО ВИБРАТОРА НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА САМОБАЛАНСНОГО ТИПА

Анализ полученных результатов. Полученные с помощью уравнения (3) траектории движения центра масс планетарной шестерни представлены на рисунке 2 для различных соотношений диаметров колес планетарного вибратора.

Таким образом, коэффициент отношения диаметров показывает, количество вибрационных воздействий за один оборот водила. Причем, если l — целое число, то начальное и конечное положение центра масс совпадает, а траектория движения центра масс представляет собой замкнутую кривую.

Практическое приложение результатов. Результаты аналитических исследований могут быть использованы при проектировании вибрационных устройств для технологических процессов при транспортировании, дозировании и уплотнении.

Выводы. Изменение соотношения диаметров колес планетарного вибратора позволяет получать направленные колебания с заданным характером.

Методы исследования

Аналитические, с использованием математического аппарата и методов инженерных расчетов.

Графоаналитические методы, с использованием современных пакетов программ, в данном случае - в среде APM WinMachine.

Натурные исследования реальной машины, изготовленной по рабочей документации, выполненной в ходе данной работы.

Ожидаемые (полученные) результаты

Получение вибрационного грохота нового поколения, с одновальным вибратором направленного действия, с более высоким КПД и лучшими техническими характеристиками, по сравнению с существующими образцами самобалансных грохотов, в которых используются сдвоенные вибраторы с круговыми колебаниями.

Экономическая эффективность

Снижение удельных затрат на получение единицы готовой продукции (m^3), полученной при сортировке на самобалансном грохоте, на 25-30%.

8 План коммерциализации полученных результатов

В результате выполнения настоящей работы планируется организация производства вибрационных машин или их вибрационных узлов, на основе разрабатываемой модели. Изготовление и продвижение на рынок опытно-промышленного образца и изделия в целом берет на себя ООО «Научно-производственная фирма ТЕХНОЛОГ», резидент Инновационного Технологического Центра БГТУ им. В.Г. Шухова