

нения роликоопор и секций от оси конвейера на величину u_c) также происходит боковой сход ленты.

На верхней и нижней ветвях конвейера, оборудованных желобчатymi роликоопорами, под действием сосредоточенной силы P_1 или P_2 , возникающей при перекосе отдельной роликоопоры, наибольшее смещение δ_{\max} ленты зависит от параметров конвейера. На основании расчетов установлено, что смещения δ_{\max} пренебрежимо малы по сравнению с отклонением u_c , тогда

$$\delta'_{\max} = u_c \cdot \quad (4)$$

Выводы. Таким образом, с достаточной для практических расчетов точностью можно считать, что относительные смещения ленты равны отклонениям роликоопоры (секции става) и не зависят от центрирующих свойств роликоопор.

Наибольшие боковые смещения ленты (m) на верхней ветви, оборудованной трехроликовыми опорами ($\beta'_1 = 523$ рад, $\beta'_1 = 0$).

Литература

1. Шахмейстер, Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев. - М.: Машиностроение, 1978. - С. 391.
2. Боголюбов, Н.Н. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний / Н.Н. Боголюбов, Ю.А. Митропольский. - М.: Физматгиз, 1958. - С. 408.
3. Дмитриев, В.Г. Исследование боковых смещений ленты порожняковой ветви конвейера, оборудованной центрирующими опорами / В.Г. Дмитриев, А.А. Реутов // Изв. вузов. Горный журнал. - 1980. - № 11. - С. 43 - 47.

УДК 621.83.06

СИЛОВОЙ АНАЛИЗ КРИВОЛИНЕЙНОГО КУЛИСНОГО МЕХАНИЗМА ДВИГАТЕЛЬНОГО ПРИВОДА

М.Е. Лустенков, Д.М. Макаревич, А.П. Никитин
Белорусско-Российский университет, Могилев

Введение. Повышение надежности исполнительных органов в системе дистанционного управления является важной задачей, напрямую связанной с вопросами обеспечения безопасности на железных дорогах. Объектом исследований является двигательный привод, предназначенный для оперирования высоковольтными разъединителями контактной сети переменного и постоянного тока электрифицированных железных дорог [1]. В работе рассматриваются вопросы силового анализа кулисного механизма двигательного привода, а также анализ нагруженности опор.

Методы исследований. Рассмотрим общий случай взаимодействия кривошипа и кулисы (рис. 1).

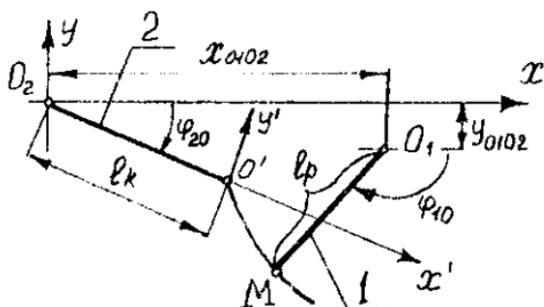


Рис. 1. Общий случай взаимодействия кривошипа и кулисы

Заданными параметрами считаем длину кривошипа l_p , расстояния вдоль оси абсцисс x_{0102} и y_{0102} между центрами вращения кривошипа O_1 и кулисы O_2 . Введение этого участка в конструкцию носит условный характер, так как призвано обозначить начало отсчета криволинейного участка относительно точки вращения O_2 . Также известной является длина прямолинейного участка кулисы l_k . В качестве положительного направления вращения кривошипа и кулисы примем вращение против хода часовой стрелки. Начальный угол кривошипа равен φ_{10} , начальный угол кулисы — φ_{20} .

Силовой анализ проведем рассматривая поочередно равновесие основных звеньев механизма (рис. 2).

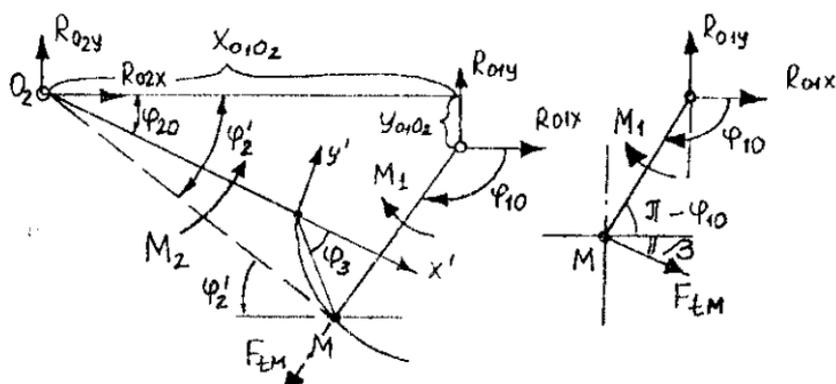


Рис. 2. К силовому анализу механизма

Рассмотрим равновесие кривошипа:

$$\sum x = 0 \Rightarrow R_{O1x} = F_{IM} \cos \beta; \quad (1)$$

$$\sum y = 0 \Rightarrow R_{O1y} = F_{IM} \sin \beta; \quad (2)$$

$$\sum M_{O1} = 0 \Rightarrow M_1 = F_{IM} l_p, \quad (3)$$

где F_{IM} – окружная сила на кривошипе.

Угол β определим по формуле

$$\beta = \frac{\pi}{2} - (\pi - (\varphi_{10} + \varphi_1)) = \varphi_{10} + \varphi_1 - \frac{\pi}{2}. \quad (4)$$

Рассмотрим равновесие кулисы

$$\sum x = 0 \Rightarrow R_{O2x} = F_{IM} \cos \varphi_2'; \quad (5)$$

$$\sum y = 0 \Rightarrow R_{O2y} = F_{IM} \sin \varphi_2'; \quad (6)$$

$$\sum M_{O2} = 0 \Rightarrow M_2(M_1) = F_{IM} l_k, \quad (7)$$

где M_2 – крутящий момент на кулисе.

Геометрические параметры определяют по следующим формулам:

$$\varphi_2' = \frac{x_{O1O2} - l_p \cos(\pi - \varphi_{10} - \varphi_1)}{O_2M}. \quad (8)$$

$$\begin{aligned} O_2M &= \sqrt{x_{O2M}^2 + y_{O2M}^2} = \\ &= \sqrt{(l_k \cos(\varphi_{20} + \varphi_2) + x' \cos \varphi_{20})^2 + (l_k \sin(\varphi_{20} + \varphi_2) + y' \sin \varphi_{20})^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Решение задачи силового анализа сводится к приравнению правых частей уравнений (1) – (3) и (5) – (7). При этом в системе производятся замены согласно уравнениям (4), (8), (9). Полученная система решается с помощью пакета Maple в численном виде.

Результаты. Данная методика также была автоматизирована с помощью ЭВМ [2]. При этом на выходном валу была смоделирована постоянная нагрузка $M_2 = 200$ Нм. Для изучения нагрузки на входном валу (на валу кривошипа) было установлено его равномерное вращение с угловой скоростью 15 об/мин. Результаты анализа с учетом жесткости звеньев и их податливости приведены на рис. 2. Характер и значения реакций в поворотных шарнирах кулисы и кривошипа практически совпадают.

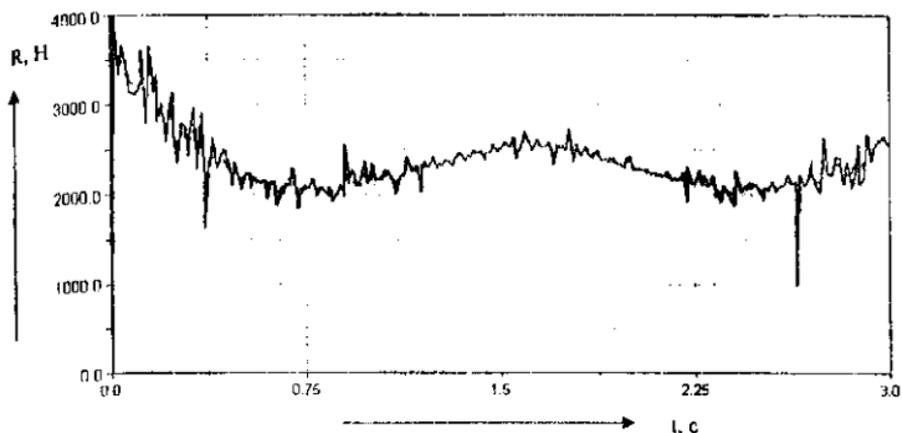


Рис 2. Значения реакций в поворотных шарнирах кривошипа и кулисы

Выводы. По пиковым значениям нагрузок осуществляется выбор подшипников для кулисы и кривошипа. Результаты исследований легли в основу разработки и создания конструкции криволинейного кулисного механизма для двигательного привода (рис. 3).

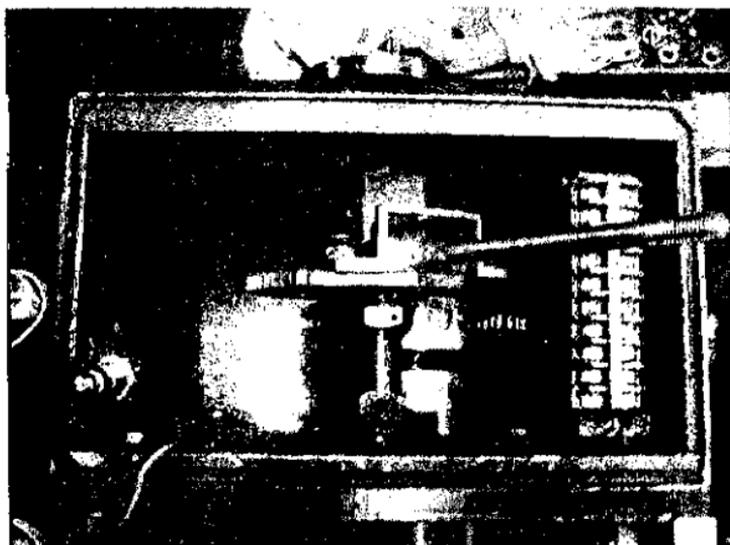


Рис. 3. Конструкция редуктора с криволинейным кулисным механизмом для двигательного привода

Литература

1. Разработка и исследование малогабаритного привода для высоковольтных разъединителей контактных сетей и систем электрификации железных дорог / Д.М. Ма-

каревич [и др.] // Новые материалы и технологии в машиностроении. Сб. науч. тр. III, итогам междунар. науч.-техн. конф. Вып. 5. – Брянск: БГИТА, 2006. – С. 100 – 105.

2. Макаревич, Д.М. Определение геометрических параметров кулисного механизма для двигательного привода / Д.М. Макаревич, А.П. Пикигин, М.Е. Лустенков, Вестник Могилевского гос. техн. ун-та. – 2007, – № 3(16). – С. 65 – 74.

УДК 221.77

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ

Г.В. Кожевникова

ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», Минск

Введение. Уже более 40 лет поперечно-клиновое прокатка (ПКП) – одно из основных направлений исследований, разрабатываемых в ГНУ «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» (ФТИ). Здесь разработана классическая теория поперечной прокатки, положенная в основу теории и технологии ПКП [1]. Здесь разрабатываются и поставляются заказчикам принципиально новые технологии ПКП, плоско-прокатные оборудование и инструмент для их реализации.

В ФТИ разработана гамма прокатного оборудования для прокатки деталей диаметром 5 – 120 мм и длиной 30 – 1000 мм. Плоско-прокатное оборудование ПКП конструкции ФТИ представляет собой автоматизированные комплексы, включающие устройства и механизмы, обеспечивающие функции нагрева заготовки, профилирования изделия, а также транспортирования заготовки и прокатанного изделия в ходе технологического процесса.

Разработанные технологии и соответствующее оборудование ПКП обеспечивают: коэффициент использования металла 0,8 – 0,98, стойкость плоско-прокатного инструмента до его полного выхода из строя – около 1 млн. штук изделий, производительность процесса в зависимости от конфигурации изделия и схемы прокатки – 300 – 600 шт/ч, повышение эксплуатационных характеристик прокатанных изделий на 10 – 15 %.

Станы ПКП конструкции ФТИ, легко перенастраиваемые на производство другой детали, обладают универсальной системой подачи заготовок на обработку, занимают небольшую производственную площадь, для их монтажа не требуется фундамент. Оборудование соответствует лучшим мировым образцам. Конструкции оборудования постоянно совершенствуются в соответствии с требованиями, предъявляемыми заказчиками.