

Д.О. ВОЛОНЦЕВИЧ, к.т.н., А.С. БОГАЧ, Харьков, НТУ "ХПИ"

АЛГОРИТМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГУСЕНИЧНОЙ ЛЕНТЫ И ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

In a paper the new approach to creation of complex functional mathematical models high-speed of track machines, in particular, to modeling track is considered.

При создании комплексных функциональных математических моделей гусеничных машин (КФММ) и, в частности, при моделировании ходовой части одним из наиболее важных и сложных вопросов является моделирование взаимодействия гусеничной ленты с ведущим колесом.

В силу того, что в принятой концепции модели [1, 2] гусеничная лента представлена в виде отдельных траков с пальцами, которые являются автономными массами со своими обобщенными координатами, описывающими их положение в пространстве, задача сводится к описанию взаимодействия отдельного трака с венцом ведущего колеса.

Для решения этой динамической задачи авторами был разработан автономный программный модуль "Трак – ведущее колесо" со следующими формальными параметрами.

Исходными данными для модуля "Трак – ведущее колесо" являются:

1) Константы:

- все геометрические размеры траков с пальцами, соединительных звеньев (если они предусмотрены конструкцией) и венцов ведущего колеса, включая координаты центров тяжести;

- инерционные характеристики этих же звеньев (массы и моменты

инерции по всем осям, проходящим через центр тяжести детали);

- жесткостные характеристики цевков траков и венцов ведущих колес;

- координаты оси и центральной плоскости ведущего колеса в системе, связанной с корпусом гусеничной машины.

2) Переменные величины:

- линейные координаты и скорости центра тяжести каждого трака X_{Ti} , Y_{Ti} , Z_{Ti} , \dot{X}_{Ti} , \dot{Y}_{Ti} и \dot{Z}_{Ti} в системе координат, связанной с корпусом гусеничной машины, полученные из предыдущего шага интегрирования или являющиеся начальными условиями;

- угловые координаты и угловые скорости каждого трака α_{Ti} , β_{Ti} , γ_{Ti} , $\dot{\alpha}_{Ti}$, $\dot{\beta}_{Ti}$ и $\dot{\gamma}_{Ti}$ в системе координат, связанной с корпусом гусеничной машины, полученные из предыдущего шага интегрирования или являющиеся начальными условиями;

- угол поворота и угловая скорость ведущего колеса φ_{BK} и $\dot{\varphi}_{BK}$, полученные из предыдущего шага интегрирования или являющиеся начальными условиями;

Выходными параметрами для модуля "Трак –ведущее колесо" являются:

1) Главный вектор реакций, возникающих в контакте трака с ведущим колесом, действующий на трак $R_{тр}$;

2) Главный вектор реакций, возникающих в контакте трака с ведущим колесом, действующий на ведущее колесо $R_{вк}$;

3) Главный момент реакций, возникающих в контакте трака с ведущим колесом, действующий на трак $M_{тр}$;

4) Главный момент реакций, возникающих в контакте трака с ведущим колесом, действующий на ведущее колесо $M_{вк}$.

Рассмотрим более подробно процесс взаимодействия трака с ведущим колесом.

Для быстроходных гусеничных машин обычно [3,4] применяется

цевочное зацепление. Гусеничная лента может состоять из траков и заземленных в них с одной стороны пальцев (МТЛ) или траков, плавающих пальцев и соединительных звеньев (Т-64, 72 и т.д.) независимо от типа шарнира (резинометаллический шарнир, открытый или закрытый металлический шарнир). Двухвенцовое ведущее колесо входит в зацепление с цевками, находящимися на боковой поверхности траков.

На рис. показана плоская расчетная схема взаимодействия цевки траков с венцом ведущего колеса.

Алгоритм работы программного модуля следующий.

1. По исходным данным, переданным в подпрограмму, с использованием констант, определяющих геометрические размеры цевки и венца ведущего колеса, для каждого трака определяется есть ли интерференция у него с венцом ведущего колеса. Если интерференция есть, то находится ее максимальная величина и радиус вектор, определяющий направление действия нормальной реакции.

Для этого используются известные тригонометрические зависимости. Профиль венца ведущего колеса может быть задан как аналитически так и численно в виде массива координат точек с малым шагом. Последний вариант более предпочтителен в силу того, что рабочие чертежи на механическую обработку венцов часто содержат готовый набор координат для работы станков с ЧПУ, и аппроксимация этих численных данных не имеет особого смысла.

2. С учетом характеристик материалов, радиусов кривизны поверхностей цевки и венца ведущего колеса и величины интерференции, определенной на шаге 1, по зависимостям [5] определяется величина упругой нормальной составляющей взаимодействия цевки и венца.

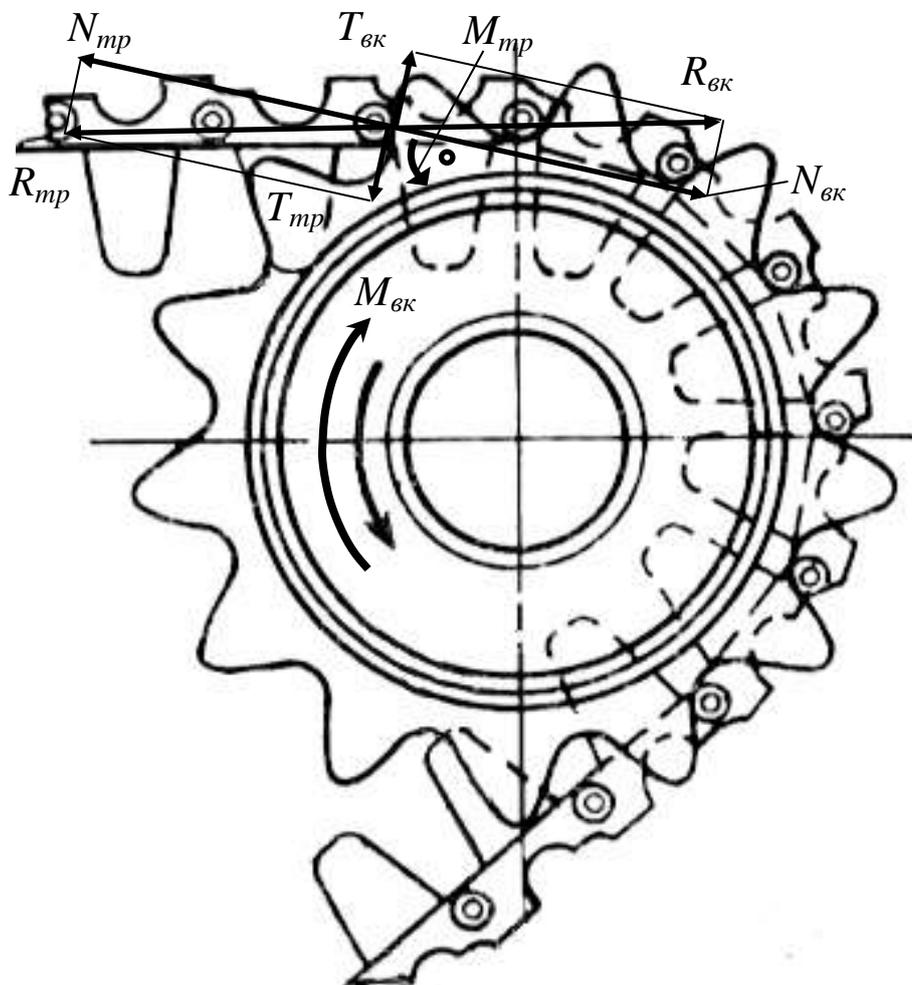


Рис. Расчетная схема взаимодействия цевки траков с венцом ведущего колеса

3. По зависимостям [6] определяются величины и направления векторов скорости перемещения контактирующих точек цевки и венца в подвижной системе координат, связанной с центром тяжести гусеничной машины.

4. Если значения скоростей и направлений векторов скорости точек контакта цевки и венца не совпадают, вычисляется величина и направление силы трения в контакте.

5. С учетом величины и направлений действия нормальной упругой составляющей взаимодействия и силы трения, а также координат центра тяжести трака и оси вращения ведущего колеса определяется момент, действующий на трак и ведущее колесо.

6. С учетом величин и направлений действия нормальной упругой составляющей взаимодействия и силы трения формируется главный вектор реакций взаимодействия, действующий на трак и ведущее колесо.

Сформированные главный вектор и главный момент от взаимодействия трака с ведущим колесом передаются в головной модуль для сложения с главными векторами и главными моментами, полученными от взаимодействия траков между собой и, возможно, с грунтом, и для последующего решения дифференциальных уравнений движения элементов ходовой части гусеничной машины. Полученные в результате интегрирования новые значения обобщенных координат элементов ходовой части используются в качестве исходных данных для следующего шага по времени.

Описанный подход позволит численно моделировать процессы, происходящие в зоне зацепления гусеницы с ведущим колесом, анализировать потери на трение, удары, вопросы износа цевок и венцов, а также сход гусеницы с ведущего колеса при большом износе и экстремальных режимах нагружения.

Следует отметить, что описанный подход можно использовать при моделировании цепных передач, в частности, втулочно-роликовых цепей общемашиностроительного назначения.

Список литературы: 1. *Волонцевич Д.О., Богач А.С.* К вопросу создания комплексных функциональных математических моделей быстроходных гусеничных машин // *Механіка та машинобудування*. –2001. –№1,2. – С.305-308. 2. *Волонцевич Д.О., Богач А.С.* Алгоритм моделирования взаимодействия траков в гусеничной ленте в процессе создания комплексной функциональной математической модели гусеничной машины // *Механіка та машинобудування*. –2002. – №1. – С.116-119. 3. *Расчет и конструирование гусеничных машин / Под общ. ред. Н.А.Носова.* –Л.: Машиностроение. 1972. –560с. 4. *Конструкция и расчет танков и БМП: Учебник / Под общ. ред. В.А.Чобитка.* -М.: Воениздат, 1984. -376с. 5. *Справочник по сопротивлению материалов / Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В.* –Киев: Наукова думка, 1988. –736с. 6. *Белоконев И.М.* Теория механизмов и машин: Методы автоматизированного проектирования / *под. ред. К.И.Заблонского.* –Киев: Выща школа. 1990. –208с.