

РАЗДЕЛ I

ТРАНСПОРТ.

ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

УДК 623.438.3

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕМЕНТАМИ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ ВОЕННО ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ

С. В. Баглайчук, В. А. Нехаев, В. А. Николаев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), Россия, г. Омск.

Аннотация. На основании анализа динамических процессов (непрерывных (вибрационных) и импульсных (ударных), происходящих в гусеничном движителе и системе поддрессирования военно гусеничной машины, при движении по пересеченной местности с различной несущей способностью и профилем дорожного полотна, определены уравнения кинематических связей ведущего колеса с остовом гусеничной машины; направляющего колеса с механизмом натяжения гусеницы; креплений рычагов балансиров, связей торсионов с корпусом гусеничной машины.

Ключевые слова: военно гусеничная машина, гусеничный движитель, система поддрессирования, элемент, соединение.

Введение

Одним из требований, предъявляемых к современным ВГМ, является повышение их подвижности за счет увеличения скорости движения по дорогам и местности. Выполнение этого требования обуславливает необходимость разработки новых конструктивных подвесок, новых технических решений по снижению потерь мощности в гусеничном движителе, а также по повышению надежности ходовой части при существенно возросших динамических нагрузках.

Кинематические связи между элементами гусеничного движителя ВГМ

Ходовая часть военных гусеничных машин предназначена для поддержания корпуса, осуществление движения машины, смягчения и устранения колебаний корпуса при движении [1]. Ходовая часть состоит из системы поддрессирования и гусеничного движителя (рис. 1). Деление ходовой части на систему поддрессирования и гусеничный движитель довольно условно, так как некоторые сборочные единицы выполняют смежные или общие функции [2]. Так, например, гусеница, уменьшая толчки и удары при движении по неровной местности, выполняет функцию подвески, а система поддрессирования, изменяя давление под гусеницами, влияет на проходимость ВГМ. Гусеничный движитель состоит из гусениц, опорных и поддерживающих катков, ведущих и направляющих колес с механизмом натяжения гусениц [3].

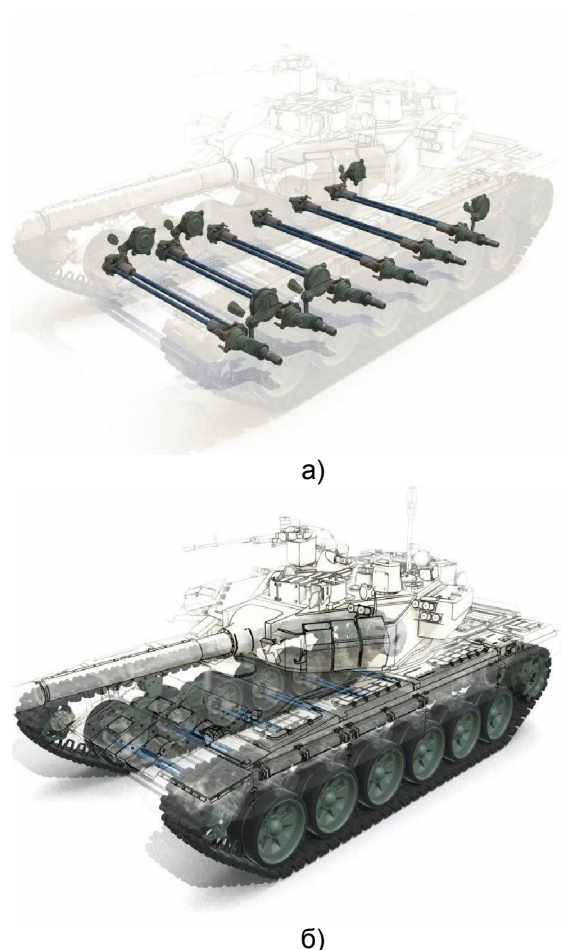


Рис. 1. Ходовая часть ВГМ (а – система поддрессирования; б – гусеничный движитель)

В многочисленных исследованиях динамики гусеничного движителя приводятся упрощенные модели отдельных участков гусеничного обвода или рассматривается влияние конструктивных параметров гусеничного обвода на колебания корпуса. Уравнения динамики как отдельных элементов и механизмов, так и всего гусеничного движителя в целом выражают зависимости параметров состояния механической системы от времени [4]. Точное математическое описание явлений, протекающих в гусеничном движителе, связано с большими трудностями. Поэтому необходимо сделать предварительно ряд допущений, упрощающих математические выкладки. Будем считать, что:

- механическая система, состоящая из звеньев, опорных катков, направляющих и ведущих колес, рычагов подвески, элементов амортизационно-натяжного устройства, совершает плоское движение;
- звенья, опорные катки, рычаги, колеса являются абсолютно жесткими, недеформируемыми элементами;

- связь между элементами гусеничного движителя реализуется в виде упругих, вязкоупругих соединений или абсолютно жесткого контакта;

- диссипативные силы в фрикционных связях пренебрежительно малы;

- между звеньями гусеничного движителя и грунтом реализуется в упругопластическую связь.

Для описания состояния плоской системы введем обобщенные координаты, фиксирующие положение каждого элемента в системе [5,6]. Как показано на (рис. 2) положение i -го элемента в глобальной системе XOY описывается вектором $\vec{R}$. Кроме того, вводится замороженная в тело локальная система координат $\xi O \eta$, центр которой совпадает с центром масс тела. Положение любого элемента в системе определяется координатами его центра масс и углом поворота элемента относительно глобальной системы координат [7,8]. Таким образом, в качестве обобщенных координат принимаем для каждого тела вектор:

$$q = [x, y, \varphi]^T. \quad (1)$$

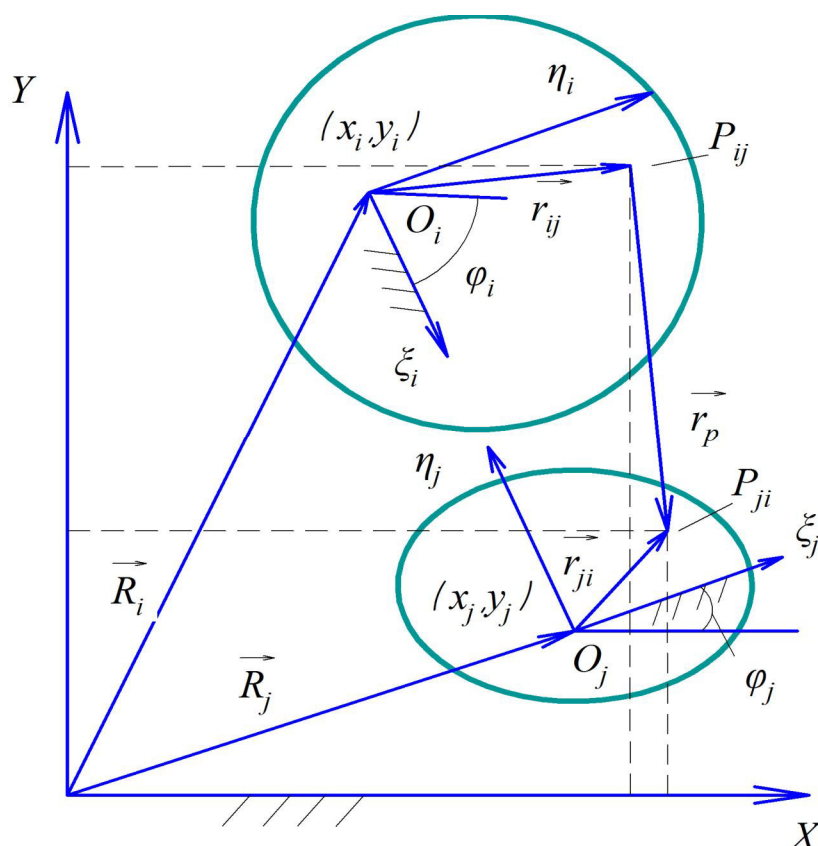


Рис. 2. Фиксирующее положение элементов в много-массовой системе

Рассматриваем гусеничный движитель как плоскую механическую систему, состоящую из n элементов, соединенных между собой. Связь между элементами гусеничного движителя реализуется в виде упругих, вязкоупругих соединений или абсолютно жесткого контакта.

Представим каждый узел или соединение, элементы которого имеют жесткий контакт, в виде типовой связи (шарнир, контакт двух тел, пара скольжения и т.д.) [4]. Кинематические уравнения связей могут быть получены при рассмотрении двух сопрягаемых элементов i и j , показанных на

(рис 3). Возьмем произвольные точки P_i и P_j соответственно в i -ом и j -ом элементах, положение которых в локальных системах координат определяется векторами r_i и r_j . Указанные точки соединяются вектором r_p :

$$\bar{r}_p = \bar{R}_i + \bar{r}_{ij} + \bar{R}_j + \bar{r}_{ji}. \quad (2)$$

Условие абсолютно жесткого шарнирного соединения двух тел (рис. 2) представляется в виде векторного уравнения:

$$\bar{r}_p = 0. \quad (3)$$

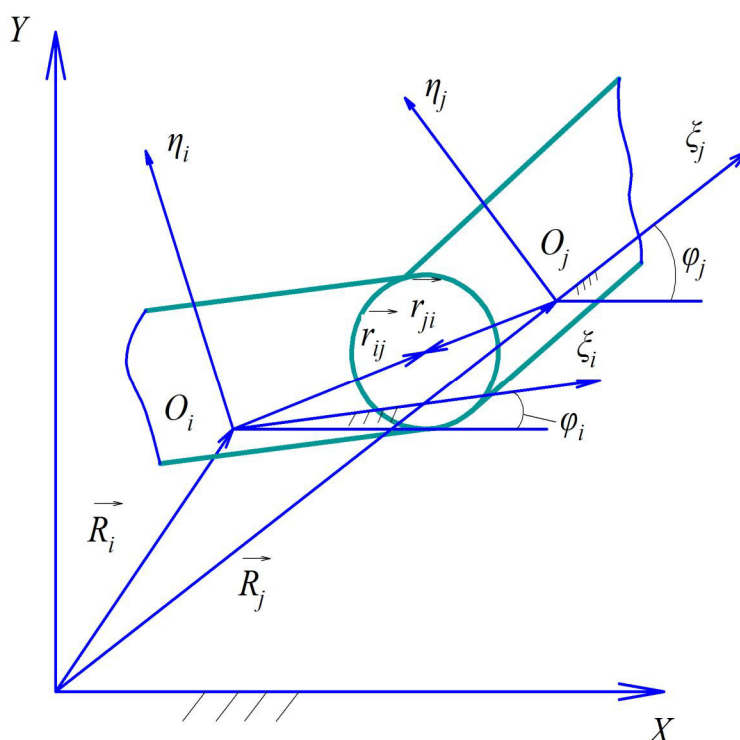


Рис. 3. Жесткое шарнирное соединение двух элементов

Скалярные компоненты данного уравнения имеют вид:

$$x_i + \xi_i \cos \varphi_i - \eta_i \sin \varphi_i - x_j - \xi_j \cos \varphi_j + \eta_j \sin \varphi_j = 0; \quad (4)$$

$$y_i + \xi_i \sin \varphi_i + \eta_i \cos \varphi_i - y_j - \xi_j \sin \varphi_j - \eta_j \cos \varphi_j = 0. \quad (5)$$

Данные уравнения используются для описания: связей ведущего колеса с остоном гусеничной машины; направляющего колеса с механизмом натяжения гусеницы; креплений рычагов балансиров, связей торсионов с корпусом гусеничной машины.

Заключение

В заключении можно отметить, что данные уравнения позволят решить частные

задачи по определению параметров ходовой части ВГМ. Определить величины динамических нагрузок передающихся на корпус машины и подвеску сиденья механика-водителя. Исследовать показатели плавности хода и нагруженности элементов ходовой части в зависимости от характеристик системы поддрессирования и гусеничного движителя, скорости движения машины и профиля дорожного полотна.

Библиографический список

1. Васильев, В.В. Конструкция многоцелевых гусеничных машин. Теория и движения и динамика многоцелевых гусеничных машин / В.В. Васильев, М.П. Поклад, О.А. Серяков. – Омск, 2013. – 436 с.

2. Исаков, П.П. Теория и конструкция танка: Вопросы проектирования ходовой части военных гусеничных машин: в 6 т. / П.П. Исаков. – М.: Машиностроение, 1985. – 242 с. – 6 т.

3. Васильченков, В.Ф. Военная автомобильная техника. Книга первая. Военные автомобили и гусеничные машины. Основы конструкции шасси / В.Ф. Васильченков. – Рязань, 2004. – 432 с.

4. Ганиев, Р.Ф. Динамика систем твердых и упругих тел / Р.Ф. Ганиев, С.П. Ковальчук. – М.: Машиностроение, 1980. – 380 с.

5. Четаев, Н.Г. Теоретическая механика / Н.Г. Четаев. – М.: Наука, 1987. – 245 с.

6. Виттенбург, Й. Динамика системы твердых тел / Й. Виттенбург. – М.: Мир, 2002. – 230 с.

7. Ильин, В.А. Основы математического анализа / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.: Наука, 1977. – 213 с.

8. Корн, Г. Справочник по математике (для научных работников) / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 2006. – 290 с.

KINEMATIC LINKS BETWEEN ELEMENTS OF THE CATERPILLAR DRIVE OF THE TRACKED MILITARY VEHICLE

S.V. Baglaychuk, V.A. Nekhaev, V.A. Nikolaev

Abstract. On the analysis' basis of the dynamic processes (continuous (vibratory) and pulsed (striking)) occurring in caterpillar drive and stringing system of the tracked military vehicle, when moving on rough terrain with different carrying capacity and a road bed's profile, there are determined the equations of kinematic links of the driving wheel with a frame of the tracked machine; aligning wheel with a mechanism of the track's tension; fastening balancing levers, torsions' links with the tracked machine's body.

Keywords: military tracked machine, caterpillar drive, springing system, element, joining.

References

1. Vasilev V.V., Poklad M.P., Serjakov O.A. *Konstrukcija mnogocelnykh gusenichnykh mashin. Teorija i dvizhenija i dinamika mnogocelnykh gusenichnykh mashin* [The structure of the multi-objective tracked machines. The theory and motion and dynamics of the multi-objective tracked machines]. Omsk, 2013. 436 p.

2. Isakov P.P. *Teorija i konstrukcija tanka: Voprosy proektirovanija hodovoj chasti voennykh gusenichnykh mashin* [The theory and structure of a tank. - T. 6. The problems of designing running gear of the military tracked machines]. Moscow, Mashinostroenie, 1985. 242 p.

3. Vasil'chenkov V.F. *Voennaja avtomobil'naja tehnika. Kniga pervaja. Voennye avtomobili i gusenichnye mashiny. Osnovy konstrukcii shassi* [The military automotive vehicles. The first book. The

military cars and tracked machines. The chasis]. 2004. 432 p.

4. Ganiev R.F., Koval'chuk S.P. *Dinamika sistem tverdykh i uprugih tel* [Systems' dynamics of solid and elastic bodies]. Moscow, Mashinostroenie, 1980. 380 p.

5. Chetaev N.G. *Teoreticheskaja mehanika* [Theoretical mechanics]. Moscow, Nauka, 1987. 245 p.

6. Vittenburg J. *Dinamika sistemy tverdykh tel* [System's dynamics of solid bodies]. Moscow, Mir, 2002. 230 p.

7. Il'in V.A., Poznyak E.G. *Osnovy matematicheskogo analiza* [Basics of the mathematical analysis]. Moscow, Nauka, 1977. 213 p.

8. Korn, G., Korn T. *Spravochnik po matematike (dlja nauchnykh rabotnikov)* [Handbook on mathematics (for scientists)]. Moscow, Nauka, 2006. 290 p.

Баглайчук Сергей Владимирович (Россия, г. Омск) – аспирант Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС), начальник учебной лаборатории кафедры «боевых гусеничных, колесных машин и военных автомобилей» Омского автобронетанкового инженерного института. (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35. e-mail: memfis00@rambler.ru).

Нехаев Виктор Алексеевич (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, кафедры «Теоретическая механика» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС). (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35. e-mail: NehaevVA@rambler.ru).

Николаев Виктор Александрович (Россия, г. Омск) – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Теоретическая механика» Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС). (644046, г. Омск, пр. Маркса, 35. e-mail: Nikolaev1949@rambler.ru).

Baglaychuk Sergey Vladimirovich (Russian Federation, Omsk) – postgraduate student of Omsk state transport university, head of educational laboratory of the department "Military tracked and wheeled machines" of Omsk tank engineering institute (644046, Omsk, Marks Ave., 35. e-mail: memfis00@rambler.ru)

Nekhaev Victor Alekseevich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, professor of the department «Theoretical mechanics», Omsk state transport university. (644046, Omsk, Marks Ave., 35. e-mail: NehaevVA@rambler.ru).

Nikolaev Victor Aleksandrovich (Russian Federation, Omsk) – doctor of technical sciences, professor, professor of the department «Theoretical mechanics», Omsk state transport university. (644046, Omsk, Marks Ave., 35. e-mail: Nikolaev1949@rambler.ru).