

2. Пронина, Ю. О. Совершенствование системы виброзащиты операторов промышленных тракторов / Ю. О. Пронина [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение. – 2018. – Т. 18. – №. 3. – С. 13–20.

3. Шеховцов, К. В. Снижение уровня виброн нагруженности рабочего места трактора за счет применения динамических гасителей колебаний в системе под- рессоривания кабины: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / К. В. Шеховцов. – Волгоград, 2014. – 17 с.

Представлено 16.04.2023

УДК 631.372

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ НА ВРАЩЕНИЕ ПОДДЕРЖИВАЮЩИХ КАТКОВ ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

DETERMINATION OF THE POWER COSTS FOR THE ROTATION OF THE SUPPORT ROLLERS OF THE CRAWLER TRACTOR

Плищ В. Н., ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
V. Plishch, Senior Lecturer,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Предложена методика, позволяющая на этапе проектирования определять затраты мощности на вращение поддерживающих катков гусеничного трактора с учетом их взаимодействия с резиноармированной гусеницей. Получены значения затрат мощности при различных скоростях движения трактора.

A technique is proposed that allows at the design stage to determine the power costs for the rotation of the support rollers of a caterpillar tractor, taking into account their interaction with a rubber-reinforced caterpillar. The values of power costs at different speeds of the tractor are obtained.

Ключевые слова: поддерживающий каток, резиноармированная гусеница, гусеничный движитель, затраты мощности, гусеничный трактор.

Keywords: supporting roller, rubber-reinforced caterpillar, crawler mover, power costs, crawler tractor.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при проведении различного рода сельскохозяйственных работ широко используются тракторы с резиноармированными гусеницами (РАГ). Для гусеничных тракторов общего назначения класса 4 доля годовых работ по обработке почвы составляет 73 % [1, с. 76]. При этом коэффициент загрузки двигателя при пахоте у гусеничных тракторов может достигать 96 % [2, с. 104]. Поэтому снижение внутренних затрат мощности в ходовой системе при выполнении трактором энергоемких операций является актуальной задачей. В связи с этим, в работе [3] предложена методика по рациональному выбору количества и расположения поддерживающих катков (ПК) гусеничного движителя с РАГ. Известны зависимости для выбора диаметра ПК с учетом сопротивления его проворачиванию и взаимодействию с металлической гусеницей [1, с. 612; 4, с. 367]. Особенности взаимодействия ПК с РАГ в работах не отражены. Поэтому, целью данной работы является разработка модели в среде MSC Adams, позволяющей на этапе проектирования определять затраты мощности на вращение ПК с учетом его взаимодействия с РАГ при различных скоростях движения трактора.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И ИССЛЕДОВАНИЕ

Для решения данной задачи использовалось лицензионное программное обеспечение MSC Adams. Расчетная схема объекта моделирования приведена на рис. 1.

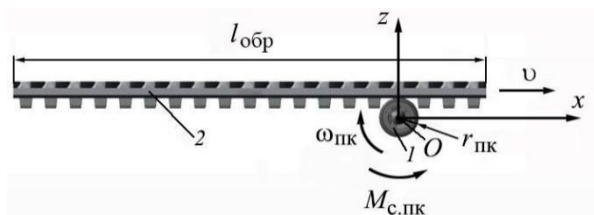


Рисунок 1 – Расчетная схема для определения затрат мощности на вращение ПК с учетом взаимодействия с РАГ трактора:

l – поддерживающий каток; 2 – резиноармированная гусеница

Трехмерные модели ПК и РАГ были разработаны в среде твердотельного моделирования Solid Edge, сборка модели проводилась в среде MSC Adams. При создании модели использовались методы компьютерной механики [5]. Ось ПК 1 располагалась в начале неподвижной системы координат xOz . ПК имеет возможность свободно вращаться вокруг своей оси в т. O . С другой стороны ПК 1 взаимодействует с РАГ 2 за счет сил трения в контакте опирающейся на ПК ветви РАГ. Ветвь представлена в виде образца, имеющего длину $[l_{обр}, м]$ и удельный вес $[q, Н/м]$. С целью имитации нагрузки РАГ на ПК длина образца $l_{обр}$ выбиралась равной половине суммарной длины двух смежных пролетов верхней ветви, взаимодействующей с ПК. Образец РАГ имеет возможность перемещаться с различной скоростью $[v, м/с]$ в горизонтальной плоскости параллельно оси Ox системы координат xOz . При отсутствии буксования (скольжения) v равна скорости движения трактора. При перемещении РАГ с заданной скоростью v за счет сил трения в контакте поворачивается и ПК. Общий вид модели ПК с РАГ в среде MSC Adams представлен на рис. 2. При работе модели в среде MSC Adams при различных v замерялся момент сопротивления проворачиванию ПК с учетом взаимодействия с РАГ.



Рисунок 2 – Общий вид модели для определения затрат мощности на вращение ПК с учетом взаимодействия с РАГ при различных скоростях движения трактора в среде MSC Adams

Мощность, затрачиваемая на вращение ПК с учетом взаимодействия с РАГ $[P_{ПК}, Вт]$, определялась по известной зависимости [6, с. 9]:

$$P_{ПК} = M_{с.ПК} \cdot \omega_{ПК}, \quad (1)$$

где $M_{с.ПК}$ – момент сопротивления проворачиванию ПК с учетом взаимодействия с РАГ, Н·м;

$\omega_{\text{ПК}}$ – угловая скорость вращения ПК, рад/с;

$$\omega_{\text{ПК}} = \frac{v}{r_{\text{ПК}}}, [7, \text{с. 139}];$$

$r_{\text{ПК}}$ – радиус ПК, м.

Объектом исследования являлся трактор «Беларус» 2103 с РАГ конструкции 500x158x58. Исходные данные для моделирования приведены в работах [8; 9]. Скорость движения трактора (перемещения образца РАГ) задавалась в диапазоне от 0 до 26,12 км/ч с шагом 0,01 км/ч и замерялась в среде MSC Adams величина установившегося значения $M_{\text{с.ПК}}$ при каждом значении v . Далее определялась величина $P_{\text{ПК}}$ согласно выражению (1). Результаты исследований в графическом виде представлены на рис. 3.

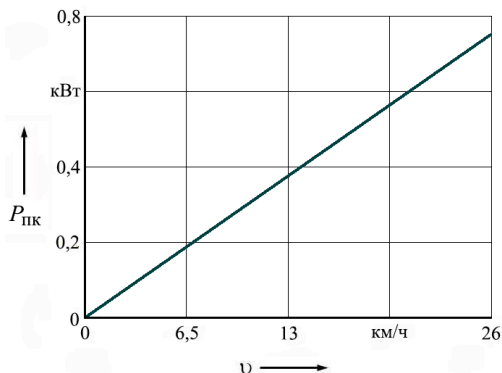


Рисунок 3 – Зависимость затрат мощности на вращение одного ПК с учетом взаимодействия с РАГ при различных скоростях движения трактора «Беларус» 2103

Из рисунка 3 видно, что с увеличением скорости затраты мощности на вращение ПК увеличиваются прямо пропорционально и имеют наибольшее значение при максимальной скорости движения трактора.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлено, что при максимальной скорости движения трактора «Беларус» 2103 ($v = 26,12$ км/ч) потери мощности на вращение одного ПК с учетом его взаимодействия с РАГ конструкции

500x158x58 составили 756,3 Вт, что составляет 0,485 % номинальной мощности двигателя, для пары (двух) ПК соответственно 1512,6 Вт и 0,97 %. Из данных исследований видно, что затраты мощности увеличиваются прямо пропорционально скорости движения трактора. Полученные результаты необходимо использовать на этапе проектирования ходовой системы и учитывать при выборе количества ПК трактора с РАГ с целью повышения его технико-экономических показателей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарипов, В. М. Конструирование и расчет тракторов / В. М. Шарипов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2009. – 752 с.
2. Кринко, М. С. Системный анализ эффективности скоростных тракторов в сложных полевых условиях / М. С. Кринко. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.
3. Жданович, Ч. И. Выбор количества и расположения поддерживающих катков гусеничного трактора на основании анализа колебаний верхней ветви резиноармированной гусеницы / Ч. И. Жданович, В. Н. Плищ // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2023. – Т. 68. – № 2. – С. 121–136.
4. Анилович, В. Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов: справ. пособие / В. Я. Анилович, Ю. Т. Водолажченко; под ред. проф. Б. П. Кашубы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1976. – 456 с.
5. Компьютерная механика. Динамический и кинематический анализ механических систем : курс лекций / С. А. Гляков [и др.]; под ред. М. А. Журавкова. – Минск : БГУ, 2006. – 375 с.
6. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик. – Минск : Техноперспектива, 2006. – 363 с.
7. Никитин, Н. Н. Курс теоретической механики: учеб. для вузов / Н. Н. Никитин. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1990. – 607 с.
8. Жданович, Ч. И. Выбор предварительного натяжения резиноармированной гусеницы сельскохозяйственного трактора с упругой подвеской / Ч. И. Жданович, В. Н. Плищ // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2022. – Т. 60, № 2. – С. 243–256.

9. Плищ, В. Н. Моделирование в среде MSC ADAMS механизма натяжения резиноармированной гусеницы трактора / В. Н. Плищ // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сб. науч. тр. : в 2 т. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Д. В. Капский (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2022. – Т. 1. – С. 229–234.

Представлено 07.06.2023

УДК 631.372

**АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТРАКТОРА
ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ В СОСТАВЕ
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА**

**ANALYSIS OF THE MODES OF OPERATION OF A GENERAL-
PURPOSE TRACTOR AS PART OF A MACHINE-TRACTOR UNIT**

Жданович Ч. И., канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь
Ch. Zhdanovich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Проведен анализ технологий возделывания сельскохозяйственных культур, параметров рабочих машин для обработки почвы и их тягового сопротивления при работе в составе машинно-тракторного агрегата. Определен крутящий момент на полуосях трактора при его работе в составе почвообрабатывающих агрегатов с учетом изменения рельефа поля и тягового сопротивления рабочих машин.

The analysis of technologies of cultivation of agricultural crops, parameters of working machines for tillage and their traction resistance when working as part of a machine-tractor unit is carried out. The torque on the semi-axles of the tractor during its operation as part of tillage units is determined, taking into account changes in the relief of the field and the traction resistance of working machines.

Ключевые слова: трактор, обработка почвы, тяговое сопротивление, рельеф поля, крутящий момент, скорость.