

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.

Keywords: tractor, tillage, traction resistance, field relief, torque, speed.

ВВЕДЕНИЕ

Сельскохозяйственные тракторы общего назначения относятся к классу 3,0 и выше. Применяются для выполнения энергоемких работ в сельскохозяйственном производстве в составе машинно-тракторных агрегатов (МТА), исключая обработку пропашных культур и их уборку. При комплектовании МТА стремятся в конкретных условиях работы обеспечить требуемое качество выполняемой технологической операции, выполнение агротребований по воздействию на почву, максимальную производительность и минимальный расход топлива. Наиболее энергоемкой операцией при производстве сельскохозяйственной продукции является обработка почвы. Для максимальной адаптации параметров и режимов работы тракторов в составе почвообрабатывающих агрегатов, моделирования их нагрузочных режимов на стадии проектирования необходимо рассмотреть используемые технологии возделывания сельскохозяйственных культур и природно-производственные условия эксплуатации МТА.

Цель работы – анализ режимов работы сельскохозяйственного трактора общего назначения в составе машинно-тракторных агрегатов.

ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Все современные способы основной механической обработки почвы под культуры подразделяют следующим образом [1–5]: нулевая; безотвальная; отвальная. Технологии не отрицают одна другую, а дополняют друг друга и используются в зависимости от состояний полей.

Условие эффективности всех способов основной обработки почвы – предварительное лущение стерни с последующей вспашкой, безотвальной или плоскорезной обработкой почвы [1; 3].

Применяемые технологии обработки почвы и посева отличаются большим разнообразием используемых рабочих машин, рассмотрим их технические характеристики.

РАБОЧИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА

Для лущения стерни и предпосевной обработки почвы предназначены дисковые бороны. Дисковые бороны агрегируются с тракторами тягового класса 3,0–5,0 и имеют рабочую скорость 6–12 км/ч [6; 7].

Стерневые многофункциональные культиваторы используют для комбинированной безотвальной обработки почвы. Они агрегируются с тракторами мощностью 130–420 л. с. и имеют рабочую скорость 10–15 км/ч [8].

Для отвальной обработки почвы используют оборотные и загонные плуги. Оборотные плуги для тракторов мощностью 200–350 л. с. имеют соответственно 6–9 корпусов и ширину захвата 2,4–4,05 м, пахут с рабочей скоростью 7–10 км/ч [9].

Агрегаты почвообрабатывающие посевные предназначены для работы после предшествующей основной обработки, в том числе по зяблевой вспашке, после предварительной культивации либо предпосевной обработки почвы с одновременным посевом зерновых, зернобобовых и крестоцветных культур. Агрегируются с тракторами тягового класса 5 и имеют рабочую скорость 6–12 км/ч [10].

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАБОЧИХ МАШИН

Соппротивление агрегируемых с трактором машин непостоянно. Колебания тягового сопротивления машин вызываются изменением сопротивления k_0 по длине гона, профиля поля и скорости движения. Изменение крюковой нагрузки относятся к случайным процессам. Случайные колебания крюкового сопротивления орудий делят на два класса: периодические и эпизодические. Периодические колебания различаются по частоте составляющих. Основными являются две: низкочастотная с периодом $T_m = 8–5$ с и среднечастотная с периодом $T_b = 0,3–3$ с [11].

Эпизодические колебания возникают при движении на подъеме (уклон) и характеризуются периодом $T_{ц} = 40–400$ с [11].

Проведена математическая обработка сопротивления почвы для различных почвообрабатывающих машин при движении по среднему для Беларуси гону длиной 505 м в функции от времени. Среднее удельное сопротивление почв Беларуси $50,3$ кН/м² [12; 13]. График зависимости коэффициента сопротивления почвы при пахоте (трак-

тор Беларус 3022 работает на 10 передачах во 2 диапазоне с передаточным числом трансмиссии 76,8298) показан на рис. 1.

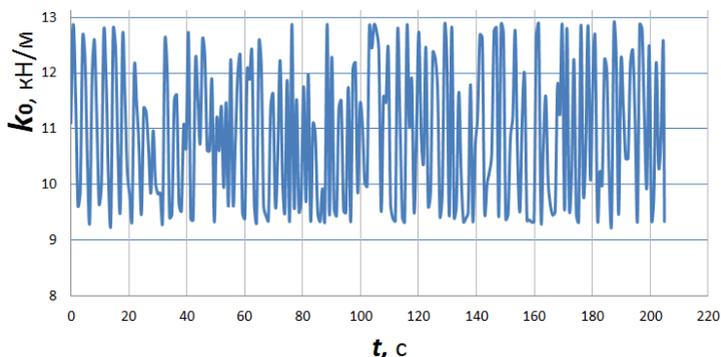


Рисунок 1 – Изменение коэффициента сопротивления почвы при пахоте полунавесным плугом ППО-8-40К

Большая часть сельхозмашин предназначена для работы на полях с уклоном до 8° . Типичный рельеф полей показан на рис. 2 [14]. Проведено математическое описание рельефа поля.

Разработаны математические модели [15; 16] и определен крутящий момент на полуосях трактора при его работе в составе почвообрабатывающих агрегатов. Скоростной режим у тракторов закладывается исходя из агротехнических скоростей выполняемых работ. График изменения крутящего момента на полуосях трактора при пахоте с позиционным способом регулирования глубины обработки почвы показан на рис. 3.



Рисунок 2 – Типичный рельеф полей

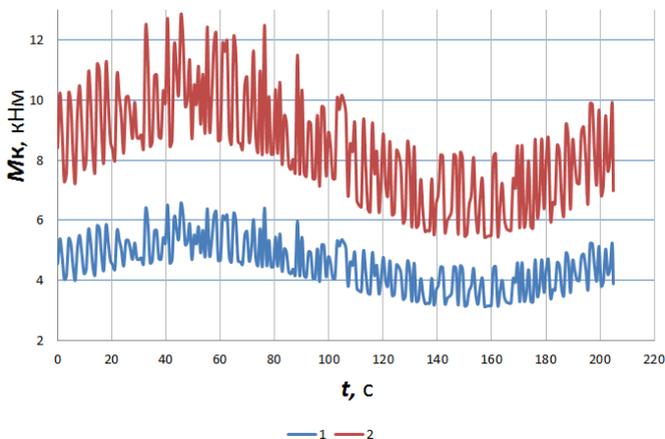


Рисунок 3 – Крутящий момент на полуосях трактора при пахоте:
1 – передний мост; 2 – задний мост

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Рассмотрены параметры рабочих машин для обработки почвы. Скоростной режим у тракторов закладывается исходя из агротехнических скоростей выполняемых работ. Показано, что колебания тягового сопротивления и рельефа поля оказывает существенное влияние на крутящий момент на полуосях трактора при его работе в составе машинно-тракторного агрегата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пыхтин, И. Г. Современные проблемы применения различных систем и способов основной обработки почвы / И. Г. Пыхтин, А. В. Гостев // Достижения науки и техники АПК. – 2012, № 1. – С. 3–6.
2. Пыхтин, И. Г. Обработка почвы: действительность и мифы / И. Г. Пыхтин // Земледелие. – 2017, № 1. – С. 33–36.
3. Небышинец, С. Обработка почвы – Основа земледелия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.syngenta.by/novosti/tehnologiya-primeneniya/obrabotka-pochvy-osnova-zemledeliya>. – Дата доступа: 12.04.2022.
4. Селиванов, Н. И. Технологические свойства мощных тракторов / Н. И. Селиванов. – Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2015. – 202 с.

5. Селиванов, Н. И. Эффективность технологических процессов основной обработки почвы / Н. И. Селиванов, В. Н. Запрудский // Вестник КрасГАУ. 2012. – № 4. – С. 179–185.

6. Сельскохозяйственная и коммунальная техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://lidselmash.by/wp-content/uploads/2022/03/cataloge_lidselmash_2022_28.03.pdf. – Дата доступа: 12.04.2023.

7. Борона дисковая БПТД-7 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://bobruiskagromach.com/catalog/tillage_equipment/harrow/disk_harrow_bptd_7/. – Дата доступа: 12.04.2023.

8. Многофункциональный тяжелый стерневой культиватор для безотвальной обработки почвы «АГРИМАКС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agristo.ru/Catalog/TechMain_Pochv_Kult_Agrimax.html. – Дата доступа: 12.04.2023.

9. Плуги оборотные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mrz.by/produkcziya/?filter_tip-pluga=oborotnyj. – Дата доступа: 12.05.2023.

10. Почвообрабатывающая техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gomselmash.by/produktsiya/pochvoobrabatyvayushchaya-tekhnika/>. – Дата доступа: 12.04.2023.

11. Анилович, В. Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов / В. Я. Анилович, Ю. Т. Водолажченко. – М. : Машиностроение, 1976. – 456 с.

12. Клебанович, Н. В. Земельный кадастр: учебное пособие / Н. В. Клебанович. – Минск : БГУ, 2006. – 263 с.

13. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель: Методические указания по выполнению практикума по курсу «Земельный кадастр» / авт.-сост. Н. В. Клебанович. – Мн.: БГУ, 2006. – 48 с.

14. Яцкевич, В. В. Влияние траектории движения машинно-тракторного агрегата на эрозию почвы / В. В. Яцкевич, П. В. Зелёный // Наука техника, 2013, № 6. – С. 59–56.

15. Жданович, Ч. И. Математическое моделирование тягового сопротивления полунавесного оборотного плуга / Ч. И. Жданович // Актуальные вопросы машиноведения. 2019. – Выпуск 8. – С. 91–94.

16. Жданович, Ч.И. Моделирование работы пахотного агрегата с полунавесным оборотным плугом / Ч. И. Жданович // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра: сборник тезисов 3-й международной научно-практической конференции (Гомель, 3–4 окт. 2019 г.). – Гомель: Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2019. – С. 104–105.

Представлено 17.05.2023