УДК 629.033

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-49-1-121-126

И.А. Гайнуллин

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНОСА ГУСЕНИЦЫ ТРАКТОРА Т-170М1.03-53

Ключевые слова: гусеничный движитель; опорные катки; трак; геометрические параметры почвозацепов; почва; износ.

Введение. В последние годы на полях используются мощные тяжелые тракторы [1], что приводит не только к увеличению производительности машинно-тракторных агрегатов, но также и к повышению нагрузки на систему «двигатель – почва». Увеличение нагрузки на движитель снижает надежность его работы, а интенсивное воздействие на почву ухудшает ее свойства, что отрицательно отразилось в плодородии почв [2–5]. Целесообразно весной при закрытии влаги, предпосевной обработке и посеве сельскохозяйственных культур в основном применять тракторы с гусеничным движителем.

Из анализа данных о надежности основных частей, систем гусеничных тракторов определено, что 43 % всех отказов приходится на ходовую часть трактора. Гусеничная цепь (гусеница) – самый дорогостоящий, металлоемкий и трудоемкий в изготовлении элемент ходовой части гусеничного трактора. Реализуемая мощность трактора во многом зависит от конструкции, размеров и геометрии гусеницы, а также его применения в разных типах почвогрунтов.

При эксплуатации гусеничный движитель работает в условиях высоких динамических нагрузок, так как непосредственно взаимодействует с почвой и воспринимает все воздействия со стороны почвы на трактор [6, 7]. Высокий уровень динамической нагруженности движителя определяет и высокую металлоемкость ходовой части. У гусеничных тракторов масса гусениц составляет 12–15 % массы машины, а масса ходовой части иногда достигает 30 % [7]. Стоимость гусениц составляет в пределах 8,0... 10,0 % от стоимости трактора, а отказы гусеничных лент – 60...75 % от всех отказов ходовой части.

Для тракторов высокого тягового класса используются разные типы профиля башмака, которые различаются между собой длиной, шириной, высотой и геометрией почвозацепа [1]. Башмаки для гусениц тракторов изготавливаются из специальных башмачных профилей. Оригинальный широкий профиль и средняя высота почвозацепа используются для тракторов тягового класса 15 и 20 кН с шагом звена 216 мм и 228 мм. ТБ-1 – стандартная ширина профиля и

длина почвозацепа для тракторов тягового класса 10 и 15 кН с шагом звена 203 мм и 216 мм. ТБ-4 – мощный профиль и высокий почвозацеп, для тракторов тягового класса 15 кН с шагом звена 216 мм, который имеет повышенную износостойкость (рисунок 1).

Одним из направлений снижения уплотнения почвы является увеличение ширины гусеницы трактора. Уширение гусениц трактора Т-170М1.03-53 достигается путем установки на звеньях гусеничной цепи ассиметричных башмаков с шириной 600 мм (вместо 500 мм).

Рисунок 1
Основные размеры башмаков (траков), выполненные из специальных профилей:
1 – оригинальный профиль; 2 – профиль ТБ1; 3 – профиль ТБ4

Цель исследований: оценить влияния условий эксплуатации на интенсивность износа ассиметричной гусеницы с шириной 600 мм трактора Т-170М1.03-53 с шестью опорными катками гусеничной тележки.

Условия, материалы и методы исследования. В качестве объекта испытаний рассматривался процесс функционирования машинно-тракторных агрегатов на базе гусеничного трактора Т-170М1.03-55 на бороновании, культивации и выполнении хозяйственных, бульдозерно-планировочных работ, буртовке и трамбовке сенажа и силоса в агрегате с бульдозером. Бульдозерно-планировочные работы проводились на грунтах I, II категорий. Испытания трактора проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 25836-83, ГОСТ 7057-2001, ГОСТ 23734-98, ГОСТ Р 27.403-2009, РД 50-204-87, РД 50-690-89 [8–13] и с учетом научных работ авторов [14–17, 20–22]. Техническое обслуживание трактора заключалось в периодической проверке, подтяжке, смазке и регулировании его механизмов [18].

Износ грунтозацепов, по данным микрометра, измерялся штангенциркулем ШЦ-1-125-0,1. При микрометраже износ определяли как разность первоначального размера почвозацепа и размера после некоторого срока ее работы. Плотность грунта определялась ударником ДорНИИ. Твердость почвы определялась почвенным твердомером Ревякина. Обработка экспериментальных данных и проверка адекватности регрессионных моделей производились с применением программ Mathcad и Excel [19].

Результаты исследования. Результаты замеров износа гусеничных траков и их математическая обработка представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

За период испытаний экспериментального трактора Т-170М1.03-55 общая наработка составила 850-моторочасов, средняя наработка на отказ – 23 моторочаса. Установлено, что основная причина повышенного износа почвозацепов гусеницы трактора Т-170М1.03-55 – неравномерное распределение вертикальных нагрузок по длине почвозацепа и опорной поверхности ходовой части. Асимметрия траков приводит к неравномерной укладке гусеницы в процессе движения, вызывая тем самым неравномерный износ почвозацепа башмака. Внутренняя сторона почвозацепа изнашивается интенсивнее, чем наружная. Увеличивается момент сопротивления повороту трактора, вызванный удлинением базы трактора и асимметрией гусеничных траков. Разница высот внутренней и наружной сторон износа правой гусеницы составляет от 1,0 до 7,0 мм с математическим ожиданием 3,7 мм, а левой гусеницы – от 3,5 до 11,5 мм с математическим ожиданием 7,54 мм.

Неравномерно разный износ левой и правой гусениц обусловлен распределением сосредоточенных и неравномерных нагрузок на первый и шестой опорные катки ходовой части в зависимости от применения типа сельскохозяйственного орудия или бульдозерного агрегата.

Рисунок 2

Схема укладки гусеницы трактора: 1 – опорный каток; 2 – звено гусеницы; 3 – башмак (трак) гусеницы; P – вертикальная нагрузка действующая на опорный каток, кН; h_1 – высота наружной стороны гусеницы, мм; h_2 – высота внутренней стороны гусеницы, мм

Таблица 1 Результаты замеров износа почвозацепов трактора Т-170М1.03-53

№	Правая гусеница			Левая гусеница		
	Высота наружной стороны гусеницы, h_1 , мм	Высота внутренней стороны гусеницы, h_2 , мм	Разница высот внутренней и наружной сторон, мм	Высота наружной стороны гусеницы, h_1 , мм	Высота внутренней стороны гусеницы, h_2 , мм	Разница высот внутренней и наружной сторон, мм
1	67,5	64,5	3,0	62,0	59,0	3,0
2	70,0	64,5	5,5	63,0	56,0	7,0
3	64,0	62,0	2,0	63,0	56,0	7,0
4	67,0	63,0	4,0	63,0	56,3	6,7
5	65,0	62,0	3,0	62,8	57,0	5,8
6	65,0	62,0	3,0	67,0	55,5	11,5
7	64,0	62,0	2,0	62,0	56,0	6,0
8	63,5	62,0	1,5	64,0	56,0	8,0
9	63,8	62,0	1,8	63,5	56,0	7,5
10	66,0	60,0	6,0	61,0	56,0	5,0
11	63,0	62,0	1,0	66,0	55,5	10,5
12	63,5	61,5	2,0	65,0	56,0	9,0
13	64,5	62,0	2,5	64,0	56,0	8,0
14	64,0	61,8	2,2	63,5	56,2	7,3
15	64,0	63,0	1,0	65,0	57,0	8,0
16	67,0	65,0	2,0	65,0	57,0	8,0
17	66,5	63,0	3,5	63,6	58,0	5,6
18	68,0	66,0	2,0	62,5	56,5	6,0
19	71,0	65,0	6,0	67,0	56,0	11,0
20	69,0	65,0	4,0	62,0	56,0	6,0
21	72,0	65,0	7,0	64,0	58,0	6,0
22	68,0	65,0	3,0	65,0	56,0	9,0
23	70,0	65,0	5,0	62,0	56,0	6,0
24	68,0	64,0	4,0	63,0	57,0	6,0
25	69,0	63,0	6,0	62,0	56,0	6,0
Математическое ожидание			3,70	–	–	7,54
Дисперсия			3,04	–	–	3,56
Среднеквадратическое отклонение			1,74	–	–	1,89
Асимметрия распределения			0,113	–	–	0,061
Экспесс распределения			–2,75	–	–	–2,77
Коэффициент распределения			0,47	–	–	0,25

Снижение момента сопротивления повороту трактора достигается путем замены 6-катковой тележки на 5-катковую, а нагрузки на опорные катки и силы сопротивления самоперемещению

трактора – установкой 6 катков на 5-катковую ходовую тележку. Можно обеспечить существенно равномерный износ гусеничной цепи путем чередования сельскохозяйственных и

бульдозерных работ. В условиях эксплуатации изношенный асимметричный трак гусеницы вос-

станавливается наплавлением или приваркой профильных прутков.

Рисунок 3

Функции распределения износов почвозацепов гусениц трактора Т-170М1.03-53:
а – правая гусеница; б – левая гусеница

Выводы. На основании проведенных исследований установлено влияние условий эксплуатации на интенсивность износа асимметричной гусеницы трактора Т-170М1.03-53. Асимметрия траков приводит к неравномерной укладке гусеницы в процессе движения, вызывая тем самым неравномерный износ почвозацепа башмака. При этом разница высот внутренней и наружной сторон износа правой гусеницы составляет от 1,0 до 7,0 мм с математическим ожиданием 3,7 мм, а левой гусеницы – от 3,5 до 11,5 мм с математическим ожиданием 7,54 мм. Неравномерный износ левой и правой гусениц обусловлен распределением сосредоточенных и неодинаковых нагрузок на первый и шестой опорные катки ходовой части в зависимости от применения типа сельскохозяйственного орудия или бульдозерного агрегата.

Существенно равномерный износ гусеничной цепи можно обеспечить путем чередования сельскохозяйственных и бульдозерных работ. В условиях эксплуатации восстановление изношенного асимметричного трака гусеницы достигается наплавлением или приваркой профильным прутком.

Для улучшения работы гусеничного движителя трактора Т-170М1.03-55 рекомендуется внедрить следующие мероприятия: снижение момента сопротивления повороту трактора (путем замены 6-катковой тележки на 5-катковую), уменьшение нагрузки на опорные катки и силы сопротивления самопередвижению трактора (установить 6 катков на 5-катковую ходовую тележку); проработка возможности установки уширенного симметричного трака гусеницы.

Библиографический список

1. Окунев, Г.А. Эксплуатационно-технологические показатели тракторов общего назначения [Текст]: монография / Г.А. Окунев, С.Д. Шепелев, Н.А. Кузнецов, В.Л. Астафьев. Челябинск: ЧГАА, 2014. 184 с.
2. Гайнуллин, И.А. Улучшение энергетических и экологических показателей гусеничного движителя трактора Т-170М1.03-55 [Текст] / И.А. Гайнуллин, А.Р. Зайнуллин // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 2. С. 69–72.
3. Гайнуллин, И.А. Влияние конструктивных параметров движителей и нагрузочных режимов тракторов на почву [Электронный ресурс] / И.А. Гайнуллин, А.Р. Зайнуллин // Фундаментальные исследования. 2017. № 2. С. 31–36. Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41352> (дата обращения: 10.01.2019).
4. Гайнуллин, И.А. Экспериментальное исследование влияния скорости движения гусеничного трактора на уплотнение почвы [Электронный ресурс] / И.А. Гайнуллин // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 3 (57). С. 29–31. Режим доступа: <http://research-journal.org/technical/eksperimentalnoe-issledovanie-vliyaniya-skorosti-dvizheniya-gusenichnogo-traktora-na-uplotnenie-pochvy/> DOI: 10.23670/IRJ.2017.57.021 (дата обращения: 10.01.2019).
5. Исследование влияния расположения опорных катков гусеничной тележки (эллипсный обвод) на тягово-динамические показатели трактора Б 10.01.01.7В (Т-170М1.03-53) [Текст]: Отчет о НИР / Отв. исп. И.А. Гайнуллин. Челябинск, 2001. Арх. № 148. 63 с.
6. Наумов, Е.С. Ходовая система гусеничного трактора [Текст]: учебное пособие / Е.С. Наумов, В.Ф. Платонов, В.М. Шарипов,

Ю.С. Щетинин, И.М. Эглит; под общ. ред. В.М. Шарипова. М.: МГТУ «МАМИ», 2011. 64 с.

7. Мельник, С.В. Научные основы обеспечения надежности и долговечности ходовых систем гусеничных машин [Текст]: монография / С.В. Мельник, В.П. Расщупкин, А.И. Громовик, Г.А. Голощапов. Омск: СибАДИ, 2009. 91 с.

8. ГОСТ 25836-83. Тракторы. Виды и программы испытаний [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 2003. 28 с.

9. ГОСТ 7057-2001. Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 2002. 11 с.

10. ГОСТ 23734-98. Тракторы промышленные. Методы испытаний [Текст]. М.: Издательство стандартов, 1999. 16 с.

11. ГОСТ Р 27.403-2009. Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы [Текст]. М.: Стандартинформ, 2010. 16 с.

12. РД 50-204-87. Методические указания. Надежность в технике. Сбор и обработка информации о надежности изделий в эксплуатации. Основные положения [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1987. 16 с.

13. РД 50-690-89. Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1990. 136 с.

14. Левитанус, А.Д. Ускоренные испытания тракторов, их узлов и агрегатов [Текст] / А.Д. Левитанус. М.: Машиностроение, 1973. 208 с.

15. Болотин, В.В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций [Текст] / В.В. Болотин. М.: Машиностроение, 1984. 312 с.

16. Лейфер, Л.А. Методы прогнозирования остаточного ресурса машин и их программное обеспечение [Текст] / Л.А. Лейфер. М.: Знание, 1988. 60 с.

17. Решетов, Д.Н. Надежность машин [Текст] / Д.Н. Решетов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев. М.: Высшая школа, 1988. 238 с.

18. Черноиванов, В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]: учебное пособие / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный, С.А. Барышников, Н.С. Белоглазов, В.А. Борисенко, Ю.А. Гурьянов, Н.К. Долгушкин, А.Г. Дорошенко, А.В. Егоров, Д.И. Есаков, Е.В. Зубова, Г.С. Игнатъев, А.В. Колчин, В.М. Корнеев, В.Г. Куранов, В.Н. Лосев, В.П. Лялякин, Н.М. Машрабов, В.М. Михлин, Н.А. Николаев, А.К. Ольховацкий, Л.М. Пильщиков, Ю.М. Пруденко, М.А. Халфин; под ред. В.И. Черноиванова. Москва – Челябинск, 2003. 2-е изд., перераб. и доп. 292 с.

19. Тюрин, Ю.Н. Статистический анализ данных на компьютере [Текст] / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров; под ред. В.Э. Фигурнова. М.: Инфра-М, 1998. 528 с.

20. Сайфуллин, Р.Н. Восстановление и упрочнение автотракторных деталей электроконтактной приваркой металлических материалов [Текст] / Р.Н. Сайфуллин, Н.М. Юнусбаев, Р.Ш. Набиуллин // Вестник Башкирского ГАУ. 2016. № 3 (39). С. 89–93.

21. Gabitov, I. Evaluation of the Efficiency of Mechanized Technological Processes of Agricultural Production / I. Gabitov, S. Mudarisov, I. Gafurov, A. Ableeva, A. Negovora, M. Davletshin, Z. Rakhimov, R. Khamaletdinov, V. Martynov and G. Yukhin // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. V. 13. P. 8338–8345.

22. Rakhimov, Z. Mathematical Description of the Mechanical Erosion Process in Sloping Fields / Z. Rakhimov, S. Mudarisov, I. Gabitov, I. Rakhimov, R. Rakhimov, I. Farkhutdinov, M. Tanylbaev, I. Valiullin, M. Yamaletdinov and R. Aminov // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. V. 13. P. 6505–6511.

Сведения об авторе

Гайнуллин Ильшат Анварович, ORCID: 0000-0003-4280-1095, кандидат технических наук, доцент, Институт развития образования Республики Башкортостан, 450005, г. Уфа, ул. Мингажева, 120, e-mail: gainullin_ia@mail.ru.

Одним из направлений снижения уплотнения почвы является увеличение ширины гусеницы трактора. Уширение гусениц трактора Т-170М1.03-53 достигается путем установки на звенья гусеничной цепи ассиметричных башмаков. Асимметрия траков приводит к неравномерной укладке гусеницы в процессе движения, вызывая тем самым неравномерный же износ почвозацепа башмака. При этом разница высот внутренней и наружной сторон износа правой

гусеницы составляет от 1,0 до 7,0 мм с математическим ожиданием 3,7 мм, а левой гусеницы – от 3,5 до 11,5 мм с математическим ожиданием 7,54 мм. Неравномерный износ левой и правой гусениц обусловлен распределением сосредоточенных и разных нагрузок на первый и шестой опорные катки ходовой части в зависимости от применения типа сельскохозяйственного орудия или бульдозерного агрегата. Существенно равномерный износ гусеничной цепи можно

обеспечить путем чередования сельскохозяйственных и бульдозерных работ. Для улучшения работы гусеничного движителя трактора Т-170М1.03-55 необходимо снизить момент сопротивления повороту трактора (путем замены 6-катковой тележки на 5-катковую), нагрузку на опорные катки и уменьшить силу сопротивле-

ния самопередвижению трактора (установить 6 катков на 5-катковую ходовую тележку), проработать возможность установки уширенного симметричного трака гусеницы. В условиях эксплуатации восстановление изношенного ассиметричного трака гусеницы достигается наплавлением или приваркой профильным прутком.

I. Gainullin

INFLUENCE OF OPERATION CONDITIONS ON CATERPILLAR BAND WEAR RATE OF T-170M1.03-53 TRACTOR

Key words: *caterpillar mover; road wheels; truck; geometric parameters of lugs; soil; reliability; wearout.*

Authors' personal details

Gainullin Ilshat, ORCID: 0000-0003-4280-1095, Candidate of technical sciences, assistant professor, the Institute for the development of education of the Republic of Bashkortostan, 450005, Ufa, Mingazhev St., 120, e-mail: gainullin_ia@mail.ru.

One of the ways to reduce soil compaction is increasing the width of the tractor tracks. Making T-170M1.03-53 tractor's caterpillar bands wider is achieved by installing asymmetrical shoes on the track chain links. The asymmetry of the tracks leads to uneven laying of the track in the process of movement, causing uneven wearout of the track. The height difference between the inner and outer sides of a track wearout is from 1,0 to 7,0 mm with a mathematical expectation of 3,7 mm for the right track and from 3,5 to 11,5 mm with a mathematical expectation of 7,54 mm for the left one. Uneven different wearout of the left and right tracks is due to the distribution of concentrated and uneven loads on the first and sixth support rollers of the chassis, de-

pending on the type of agricultural implements or bulldozer unit applied. Even wearout of the track chain can be achieved by alternating agricultural and bulldozer work. To improve the operation of caterpillar mover of T-170M1.03-55 tractor it is necessary to reduce the moment of resistance to rotation of the tractor (by replacing the 6-rollers with 5-track rollers), the load on the support rollers and to reduce the resistance of tractor's self-movement (set of 6 rollers to 5-roller track frame), to study the possibility of installing the extended symmetric track. Under operating conditions, restoration of worn asymmetrical track is achieved by welding or welding with a profile rod.

© Гайнуллин И.А.