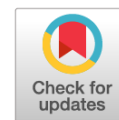


DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-112161>

Оригинальное исследование



Расчетная оценка топливной экономичности колесных и гусеничного тракторов на возделывании подсолнечника

В.В. Косенко¹, З.А. Годжаев², П.В. Потапов¹, М.П. Горюнков³¹ Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Российская Федерация;² Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация;³ Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова, Саратов, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В связи с известными преимуществами гусеничных тракторов: лучшие сцепные качества, более высокий, тяговый КПД, меньшее вредное воздействие на почву представляет интерес сравнение их эксплуатационно-технологических показателей, в частности, на возделывании подсолнечника, с применяемыми в настоящее время для этих целей колесными тракторами.

Цель работы. Провести анализ такого важного показателя, как погектарный расход топлива, на всем комплексе полевых работ по возделыванию подсолнечника гусеничного трактора Агромаш-90ТГА, пригодного для выполнения всех полевых операций по возделыванию подсолнечника, включая междурядную обработку, и колесных тракторов МТЗ-1221.2 и МТЗ-82.1.

Материалы и методы. Анализ выполнен на примере типичного, занимающегося возделыванием подсолнечника, фермерского хозяйства Саратовской области, использующего колесные тракторы МТЗ-1221.2 и МТЗ-82.1. Вначале было выявлено, с какими орудиями и на каких режимах работают на возделывании подсолнечника колесные тракторы. Затем были выполнены тяговые расчеты колесных тракторов МТЗ-1221.2 на стерне, МТЗ-82.1 на поле, подготовленном к посеву, и гусеничного трактора Агромаш-90ТГА на обоих указанных почвенных фонах. По результатам расчетов определены составы агрегатов и режимы работы гусеничного трактора Агромаш-90ТГА. После этого на каждой операции были рассчитаны сменные производительности и погектарный расход топлива, а также суммарный расход топлива на всем комплексе полевых операций.

Результаты. Выполненные расчеты показали, что суммарный расход топлива, необходимый для обработки с применением тракторов 1 га посевов подсолнечника, при использовании колесных тракторов МТЗ-1221.2 и МТЗ-82.1 составляет 52,819 кг, при использовании гусеничного трактора Агромаш-90ТГА – 41,357 кг.

Заключение. Применение на возделывании подсолнечника в условиях Саратовской области гусеничного трактора Агромаш-90ТГА обеспечит экономию топлива в 21,7% по сравнению с использованием колесных тракторов МТЗ-1221.2 и МТЗ-82.1.

Ключевые слова: колесный сельскохозяйственный трактор; гусеничный сельскохозяйственный трактор; тяговый КПД; крюковая мощность, тяговое усилие; скорость; агрегатирование; производительность; расход топлива.

Для цитирования:

Косенко В.В., Годжаев З.А., Потапов П.В., Горюнков М.П. Расчетная оценка топливной экономичности колесных и гусеничного тракторов на возделывании подсолнечника // Тракторы и сельхозмашины. 2023. Т. 90, № 1. С. 73–82. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-112161>

Рукопись получена: 30.09.2022

Рукопись одобрена: 30.10.2022

Опубликована: 15.03.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-112161>

Original Study Article

Estimation of fuel efficiency of wheeled and tracked tractors at sunflower cultivation

Vyacheslav V. Kosenko¹, Zakhid A. Godzhaev², Pavel V. Potapov¹, Mikhail P. Goryunkov³¹ Volgograd State Technical University, Volgograd, Russian Federation;² Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation;³ Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Tracked tractors have known advantages in comparison with wheeled tractors, such as better traction characteristics, higher drawbar efficiency and lower negative effect on soil. There-fore, the comparison of their operational and technological characteristics, especially during operation at sunflower cultivation, with the wheeled tractors currently used for this purpose is a relevant problem.

AIMS: To analyze the per-hectare fuel consumption at the whole range of field operations of the sun-flower cultivation for the Agromash-90TGA tracked tractor, suitable for all the field operations of the sunflower cultivation including inter-row operations, and the MTZ-1221.2 and the MTZ-82.1 wheeled tractors.

METHODS: The carried-out analysis was based on the typical sunflower cultivating farm in Saratov Region, where the MTZ-1221.2 and the MTZ-82.1 wheeled tractors are used. First of all, the attachments and operation modes of wheeled tractors at the sunflower cultivation were defined. Then, the traction analysis of the MTZ-1221.2 wheeled tractor at stubble, the MTZ-82.1 wheeled tractor at the field pre-pared for sowing and the Agromash-90TGA tracked tractor at both fields was performed. The attach-ments and operation modes for the Agromash-90TGA tractor were defined on the basis of the analysis results. Finally, performance per shift, per-hectare fuel consumption and total fuel consumption at the whole range of field operations were calculated.

RESULTS: The performed calculations revealed that the total fuel consumption of the MTZ-1221.2 and the MTZ-82.1 wheeled tractors for cultivation of 1 Ha of sunflower is 52.819 kg and the fuel con-sumption of the Agromash-90TGA is 41.375 kg.

CONCLUSIONS: Using the Agromash-90TGA tracked tractor at the sunflower cultivation in condi-tions of Saratov Region provides the fuel economy by 21.7% in comparison with using the MTZ-1221.1 and the MTZ-82.1 wheeled tractors.

Keywords: *wheeled agricultural tractor; tracked agricultural tractor; traction efficiency; draw-bar power; traction force; velocity; attachments; performance; fuel consumption.*

Cite as:

Kosenko VV, Godzhaev ZA, Potapov PV, Goryunkov MP. Estimated fuel efficiency of wheeled and tracked tractors at sunflower cultivation. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(1):73–82. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-112161>

Received: 30.09.2022

Accepted: 30.10.2022

Published: 15.03.2023

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник является важной технической, кормовой и продовольственной культурой в РФ. Площади его посевов занимают до 8,5 млн га (10,6% от всех посевных площадей в стране) и уступают только посевам пшеницы и ячменя.

В настоящее время в качестве энергосредств на возделывании подсолнечника в основном применяются колесные тракторы. Однако, в связи с известными преимуществами гусеничных тракторов: лучшие сцепные качества, лучшая проходимость, более высокий тяговый КПД, меньшее вредное воздействие на почву [1], представляет интерес провести сравнительный анализ эксплуатационно-технологических показателей колесных и гусеничного тракторов, в частности, погектарного расхода топлива, на всем цикле полевых работ по возделыванию подсолнечника.

С этой целью на примере типичного для Саратовской области фермерского хозяйства КФХ ИП М.П. Горюноква из Калининского р-на для всех полевых операций по возделыванию подсолнечника с использованием тракторов были выявлены режимы работы применяемых в настоящее время колесных тракторов МТЗ-1221.2 и МТЗ-82.1 (рис. 1).

Затем на основании выполненных тяговых расчетов определены на тех же операциях режимы работы гусеничного трактора Агромаш-90ТГА (рис. 2), выбранного в качестве возможной альтернативы колесным по следующим причинам:

- трактор, разработанный конструкторами ВГТЗ, выпускается в настоящее время концерном «Тракторные заводы» в Чебоксарах;
- благодаря колее, равной 1330 мм, и гусеницам шириной 390 мм, он вписывается в применяемые при возделывании подсолнечника междурядья шириной 70 см и может использоваться на его междурядной обработке.

Необходимые для расчетов технические характеристики тракторов приняты по заводским материалам [2–5] и приведены в таблице 1.

По полученным данным проведено сравнение суммарного расхода топлива в расчете на единицу выполняемой работы (погектарного) на всех полевых операциях с использованием тракторов.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Расчетное исследование выполнено в следующей последовательности.

1. На всех операциях по возделыванию подсолнечника были установлены используемые агрегаты, передачи в трансмиссии, на которых работают колесные тракторы, и скорости движения агрегатов (табл. 2).



Рис. 1. Тракторы МТЗ-1221.2 (вверху) и МТЗ-82.1 (внизу).
Fig. 1. The MTZ-1221.2 (top) and the MTZ-82.1 (bottom) tractors.



Рис. 2. Трактор Агромаш-90ТГА.
Fig. 2. The Agromash-90TGA tractor.

Таблица 1. Технические характеристики тракторов МТЗ-1221.2, МТЗ-82.1 и Агромаш-90ТГА**Table 1.** The technical properties of the MTZ-1221.2, the MTZ-82.1 and the Agromash-90TGA tractors

Характеристики	Трактор		
	МТЗ-1221.2	МТЗ-82.1	Агромаш-90ТГА
Тяговый класс	2	1,4	3
Эксплуатационная масса, кг	5730	3845	7100
Дизель:			
– марка	Д-260.2S2	Д-243	А-41ВСИ
– эксплуатационная мощность, кВт	100 при 2100 мин ⁻¹	56 при 2200 мин ⁻¹	70 при 1750 мин ⁻¹
– максимальный крутящий момент, Нм	570 при 1500 мин ⁻¹	296 при 1555 мин ⁻¹	438 при 1225 мин ⁻¹
– номинальный удельный расход топлива, г/кВт·ч	240	235	227
Шины колес: – передних	420/70R24	11,2-20	
– задних	18,4R38	15,5R38	
Ширина гусениц, мм	-	-	390
Число передач переднего хода	16*	18*	7*
Теоретические скорости переднего хода в основной комплектации, км/ч	1,5–35,0*	1,89–33,39*	5,3–11,17*
Радиус качения ведущих колес, мм	866	805	352
Расчетный механический КПД трансмиссии	0,902; 0,924**	0,966	0,872 0,861***
Принятый в расчетах коэффициент сопротивления качению:			
– на стерне	0,09	–	0,08
– на поле, подготовленном к посеву	–	0,17	0,11

Примечания: * – в основной комплектации; ** – первое значение – на передачах I и II диапазонов, второе – на передачах III и IV диапазонов; *** – с учетом потерь в гусеничном движителе; первое значение – на I–IV передачах, второе – на V–VII передачах.

2. Для целей анализа были выполнены тяговые расчеты и построены тяговые характеристики (рис. 3, 4) тракторов на почвенных фонах, на которых они используются при возделывании подсолнечника:

МТЗ-1221.2 – на стерне, МТЗ-82.1 – на поле, подготовленном к посеву, и трактора Агромаш-90ТГА – на обоих фонах с определением зависимости крутящей мощности $N_{кр}$, действительной скорости V ,

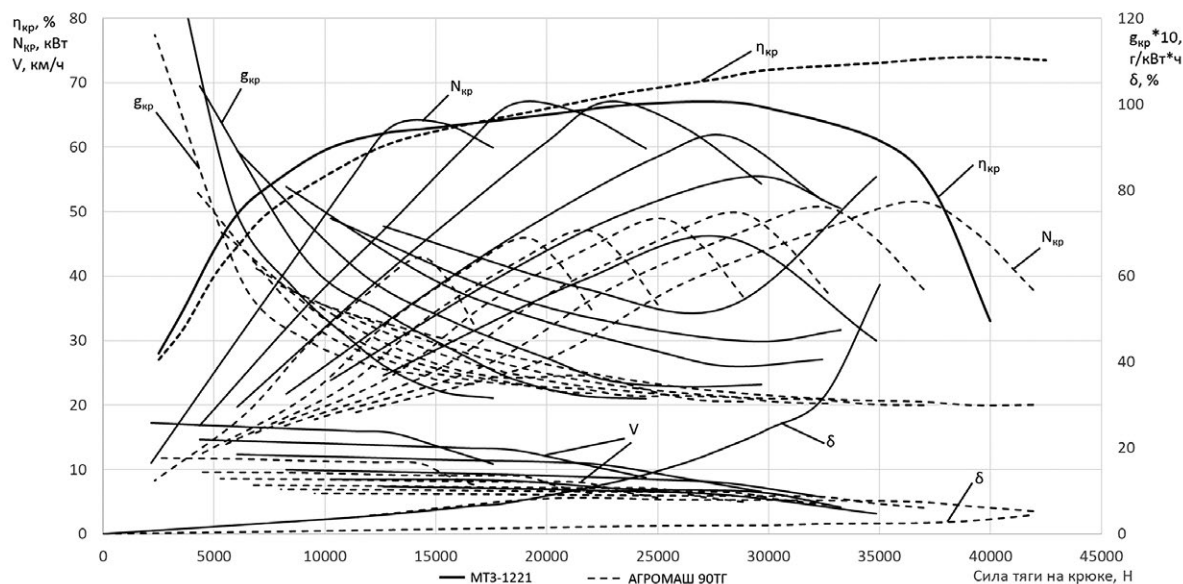


Рис. 3. Тяговые характеристики тракторов МЗ-1221.2 (сплошные линии) и Агромаш-90ТГА (пунктирные); почвенный фон – стерня.
Fig. 3. Load curves of the MTZ-1221.2 (solid lines) and the Agromash-90TGA (dashed lines) tractors defined for stubble.

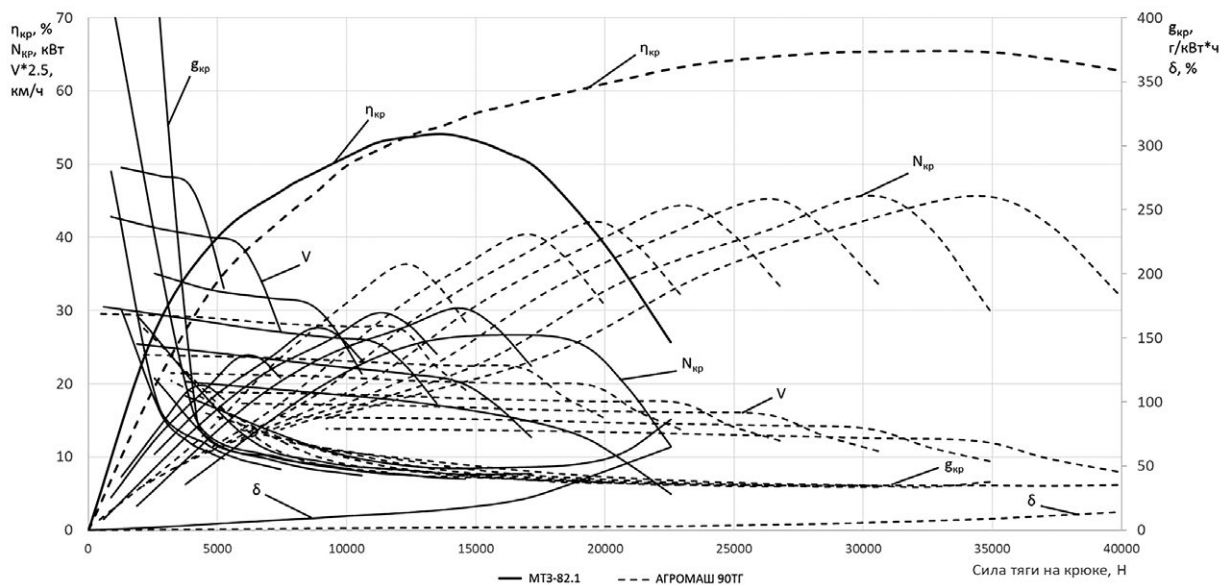


Рис. 4. Тяговые характеристики тракторов МТЗ-82.1 (сплошные линии) и Агромаш-90ТГА (пунктирные); почвенный фон – поле, подготовленное к посеву.

Fig. 4. Load curves of the MTZ-82.1 (solid lines) and the Agromash-90TGA (dashed lines) tractors defined for the field prepared for sowing.

Таблица 2. Полевые с использованием колесных тракторов операции возделывания подсолнечника, используемые при этом агрегаты и режимы их работы

Table 2. The field operations of sunflower cultivation with using wheeled tractors, the used attachments and their operation modes

Операция	Орудие (марка)*	Теорет. ширина захвата, м	Передача**	Рабочая скорость, км/ч**	Тяговое усилие, кН	Крюковая мощность, кВт	Уд. крюковой расход топлива, г/кВтч
Операции в агрегате с трактором МТЗ-1221.2; почвенный фон – стерня							
Лушение стерни	БДМ-3х2Н	3	III-3	9,75	23	66,00	356
Вспашка	ПЛН-4-35	1,4	III-3	9,25	25,5	54,9	461
Операции в агрегате с трактором МТЗ-82.1; почвенный фон – поле, подготовленное к посеву							
Покровное боронование	ШНАБ-8	8	3	7,10	11,72	23,93	531
1-я предпосевная культивация	КПС-4	4	4	8,50	12,508	28,01	466
2-я предпосевная культивация	КПС-4	4	5	9,50	11,569	29,07	439
Посев	С-12А ВАСО	5,6 (8 рядков)	5	9,00	12,716	28,44	431
Довсходовое боронование	ШНАБ-8	8	3	7,10	11,72	23,93	531
Повсходовое боронование	ШНАБ-8	8	3	7,10	11,72	23,93	531
1-я междурядная обработка	КРН-5,6	5,6 (8 рядков)	4	8,30	13,433	29,10	451
2-я междурядная обработка	КРН-5,6	5,6 (8 рядков)	4	8,30	13,433	29,10	451

Примечания: * – наименования агрегируемых с тракторами орудий: БДМ-3х2Н – борона дисковая навесная (дискатор); ПЛН-4-35 – плуг отвальный навесной 4-корпусный; КПС-4 – культиватор для сплошной обработки почвы; С-12А ВАСО – сеялка механическая точного высева 8-рядная; ШНАБ-8 – агрегат бороновальный навесной (самодельный); КРН-5,6 – культиватор-растениепитатель навесной 8-рядный; ** – данные КФХ ИП М.П. Горюноква.

удельного крюкового расхода топлива $g_{кр}$, тягового КПД η_T от развиваемой трактором силы тяги на крюке $P_{кр}$ [6, 7].

3. Для колесных тракторов, зная на какой передаче и с какой скоростью они работали при выполнении той или иной операции, по тяговым характеристикам было определено развиваемое тяговое усилие, крюковая мощность и удельный крюковой расход топлива (табл. 2).
4. После этого, по тяговым характеристикам трактора Агромаш-90ТГА для каждой операции были определены наиболее выгодные для него с точки зрения производительности и расхода топлива орудия и режимы работы: требуемое тяговое усилие, передача, крюковая мощность, действительная скорость и удельный крюковой расход топлива (табл. 3). При этом полагалось, что тяговое сопротивление орудий пропорционально ширине захвата. Влияние скорости не учитывалось.
5. Затем, на каждой операции были рассчитаны сменные производительности $W_{см}$ и погектарные расходы топлива Θ для колесных тракторов (табл. 4) и для Агромаш-90ТГА (табл. 5) по формулам [8]:
 - сменная производительность:

$$W_{см} = W_{ч} \cdot \beta \cdot \tau_{см},$$

где: $W_{ч} = b_{оп} \cdot V$ – производительность за 1 час чистого времени работы («чистая»); β – коэффициент

использования ширины захвата орудия; принимался равным: 0,96 – на лущении; 0,97 – на предпосевной (сплошной) культивации; 0,98 – на бороновании; 1,00 – на посеве и междурядной культивации и 1,07 – на вспашке; $\tau_{см}$ – коэффициент использования времени смены; принимался равным: – для колесных тракторов: 0,80 – на посеве и междурядной культивации; 0,84 – на лущении, бороновании и сплошной культивации и 0,86 – на вспашке; – для гусеничного Агромаш-90ТГА: 0,82 – на вспашке; 0,83 – на лущении, бороновании и сплошной культивации [8]; поскольку коэффициента $\tau_{см}$ на работах в междурядьях для Агромаш-90ТГА, как трактора общего назначения, в справочной литературе найти не удалось, он по аналогии с соотношением на других видах работ был принят на посеве и междурядной культивации равным 0,79 – несколько меньшим, чем у колесного МТЗ-82.1; $b_{оп}$ – ширина захвата орудия (табл. 2, 3).

- погектарный расход топлива за час сменного времени:

$$\Theta = \Theta_p + \Theta_0 + \Theta_x,$$

где $\Theta_p = g_{кр} \cdot N_{кр}$ – расход топлива за время «чистой» работы; Θ_0 – расход топлива при стоянке с работающим двигателем; принимался равным: для МТЗ-1221.2 – 2,6 кг/ч, для МТЗ-82.1 – 1,4 кг/ч, для Агромаш-90ТГА – 1,9 кг/ч; время остановок

Таблица 3. Полевые с использованием трактора Агромаш-90ТГА операции возделывания подсолнечника, предлагаемые для этого агрегаты и режимы их работы

Table 3. The field with using the Agromash-90TGA tractor: the sunflower cultivation operations, the proposed attachments and operation modes for them

Операция	Орудие (марка)	Теорет. ширина захвата, м	Передача	Рабочая скорость, км/ч	Тяговое усилие, кН	Крюковая мощность, кВт	Уд. крюковой расход топлива, г/кВтч
Лущение стерни	БДМ-4х2П	4	2	5,80	30,70	50,0	316
Вспашка	ПН-4-40	1,6	2	5,90	29,14	46,8	318
Покровное боронование	СГВ-12	12	5	8,12	17,585	39,01	389
1-я предпосевная культивация	КСП-6,4	6,4	4	7,04	20,013	39,96	372
2-я предпосевная культивация	КСП-6,4	6,4	5	7,95	18,51	40,415	381
Посев	СТВ-112	8,4 (12 рядков)	5	7,96	18,264	40,00	386
Довсходное боронование	СГВ-12	12	5	8,12	17,585	39,01	389
Повсходное боронование	СГВ-12	12	5	8,12	17,585	39,01	389
1-я междурядная обработка	КРН-8,4	8,4 (12 рядков)	4	7,03	20,15	40,20	372
2-я междурядная обработка	КРН-8,4	8,4 (12 рядков)	4	7,03	20,15	40,20	372

Примечание: наименования агрегируемых с трактором орудий: БДМ4х2 – борона дисковая прицепная (дискатор); ПН-4-40 – плуг навесной 4-корпусный; СГВ-12 «Пустельга» – борона зубовая-выравниватель; КСП-6,4 – культиватор для сплошной обработки почвы; СТВ-112 – сеялка пропашная точного высева 12-рядная; КРН-8,4 – культиватор-растениепитатель навесной 12-рядный.

тракторов с работающим двигателем T_0 принималось равным 0,0768 часа в час смены, из них: 32,5% – на техническое обслуживание агрегата, 16,3% – на отдых и физиологические нужды тракториста и 51,2% – на простои по различным причинам; Θ_x – расход топлива при движении на холостом ходу; принимался равным: для МТЗ-1221 – 12,1 кг/ч, для МТЗ-82.1 – 8,5 кг/ч, для Агромаш-90ТГА – 8 кг/ч; доля времени движения на холостом ходу T_x определялась по формуле [9]:

$$T_x = T - T \cdot \tau_{см} - T_0. \quad [9].$$

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненные расчеты: тяговые, агрегатирования, эксплуатационно-технологических показателей на возделывании подсолнечника гусеничного трактора в сравнении с колесными и их анализ показали следующее.

На стерневом фоне колесный МТЗ-1221.2, из-за более мощного дизеля, имеет на 29% большую максимальную крюковую мощность (67 кВт против 52). Это приводит к тому, что на выполняемых им операциях, МТЗ-1221.2, по сравнению с гусеничным Агромаш-90ТГА, развивает большую скорость и, несмотря на агрегатирование с орудиями меньшей ширины захвата, имеет более высокую производительность: на 21,6% на лущении стерни и на 30,5% на вспашке. В то же время, Агромаш-90ТГА на тягах выше 17,5 кН имеет более высокий тяговый КПД, благодаря чему обеспечивает меньший погектарный расход топлива: на 14,7% на лущении стерни и на 16,6% на вспашке (табл. 4, 5).

На поле, подготовленном к посеву, гусеничный Агромаш-90ТГА, по сравнению с колесным МТЗ-82.1, имеет в 1,5 раза большую максимальную крюковую мощность (45 кВт против 30). Это приводит к тому, что Агромаш-90ТГА может работать с орудиями большей ширины захвата и в состоянии обеспечить на большинстве операций повышение производительности на 24,1–32,3%, а на бороновании – даже на 69,5%. По погектарному расходу топлива гусеничный Агромаш-90ТГА также имеет

Таблица 4. Сменная производительность и погектарный расход топлива за час сменного времени на полевых операциях возделывания подсолнечника с использованием колесных тракторов

Table 4. The performance per shift, per-hectare fuel consumption per hour of shift time at the field operations of the sunflower cultivation using wheeled tractors

Операция	Орудие (марка)	Фактическая ширина захвата, м	Коэффициент использования времени смены	Производительность, га/ч, за час:		Погектарный расход топлива за время сменной работы, кг/га
				«чистого» времени	сменного времени	
Операции в агрегате с трактором МТЗ-1221.2						
Лущение стерни	БДМ-3х2Н	2,88	0,84	2,925	2,359	8,878
Вспашка	ПЛН-4-35	1,498	0,86	1,295	1,192	19,149
Операции в агрегате с трактором МТЗ-82.1						
Покровное боронование	ШНАБ-8	7,84	0,84	5,68	4,676	2,442
1-я предпосевная культивация	КПС-4	3,36	0,84	3,40	2,77	4,336
2-я предпосевная культивация	КПС-4	3,36	0,84	3,80	3,096	3,703
Посев	С-12А ВАСО	5,6	0,80	5,32	4,256	2,475
Довсходовое боронование	ШНАБ-8	7,84	0,84	5,68	4,676	2,442
Повсходовое боронование	ШНАБ-8	7,84	0,84	5,68	4,676	2,442
1-я междурядная обработка	КРН-5,6	5,6	0,80	4,648	3,718	3,426
2-я междурядная обработка	КРН-5,6	5,6	0,80	4,648	3,718	3,426
Итого на всех операциях с использованием тракторов						52,819

Таблица 5. Сменная производительность и погектарный расход топлива за час сменного времени на полевых операциях возделывания подсолнечника с использованием гусеничного трактора Агромаш-90ТГА

Table 5. The performance per shift, per-hectare fuel consumption per hour of shift time at the field operations of the sunflower cultivation using the Agromash-90TGA tracked tractor

Операция	Орудие (марка)	Фактическая ширина захвата, м	Коэффициент использования времени смены	Производительность, га/ч, за час:		Погектарный расход топлива за время сменной работы (в % к колесному), кг/га)
				«чистого» времени	сменного времени (в % к колесному)	
Лущение стерни	БДМ-4х2П	3,84	0,83	2,32	1,849(78,4)	7,575 (85,3)
Вспашка	ПН-4-40	1,712	0,82	0,944	0,828(69,5)	15,969 (83,4)
Покровное боронование	СГВ-12	11,76	0,83	9,744	7,926(169,5)	1,698 (70,1)
1-я предпосевная культивация	КСП-6,4	6,208	0,83	4,506	3,628(130,1)	3,401 (78,4)
2-я предпосевная культивация	КСП-6,4	6,208	0,83	5,088	4,096(132,3)	3,323 (89,7)
Посев	СТВ-112	8,4	0,79	6,686	5,282(124,1)	2,469 (99,8)
Довсходовое боронование	СГВ-12	11,76	0,83	9,744	7,926(169,5)	1,698 70,1)
Повсходовое боронование	СГВ-12	11,76	0,83	9,744	7,926(169,5)	1,698 (70,1)
1-я междурядная обработка	КРН-8,4	8,4	0,79	5,905	4,665(125,5)	2,763 (80,6)
2-я междурядная обработка	КРН-8,4	8,4	0,79	5,905	4,665(125,5)	2,763 (80,6)
Итого на всех операциях с использованием трактора						41,357 (78,3%)

преимущество перед МТЗ-82.1, обеспечивая экономию топлива на единицу выполненной работы от 10,3 до 29,9% (табл. 4, 5); исключение составляет лишь операция посева подсолнечника, на которой гусеничный трактор работает с недогрузкой и его погектарный расход топлива практически одинаков с колесным.

Суммарный расход топлива, затрачиваемого на полевые работы с использованием гусеничного трактора Агромаш-90ТГА, составляет 41,357 кг против 52,819 кг в случае использования колесных тракторов МТЗ-1221 и МТЗ-82.1.

ВЫВОДЫ

1. Конструктивные параметры, выпускаемого концерном «Тракторные заводы», гусеничного тягового класса 3 трактора общего назначения Агромаш-90ТГА позволяют использовать его на всех полевых операциях по возделыванию подсолнечника, в т.ч., благодаря, вписывающимся в междурядья шириной 70 см, коле и ширине гусениц, и на междурядной обработке.
2. Применение гусеничного трактора Агромаш-90ТГА на возделывании подсолнечника в типичном

для Саратовской области КФХ ИП М.П. Горюноква при рациональном агрегатировании, благодаря его лучшим тягово-сцепным качествам, обеспечит:

- на стерневом фоне по сравнению с трактором МТЗ-1221 сокращение погектарного расхода топлива на 13–15%, правда, при меньшей на 20–30% производительности;
 - на взрыхленных почвенных фонах по сравнению с трактором МТЗ-82.1 сокращение погектарного расхода топлива на большинстве операций на 10–30% при большей на 25–30% производительности.
3. Суммарная экономия погектарного расхода топлива составит порядка 20% (41,357 кг/га против 52,819).

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. В.В. Косенко — тяговые расчеты тракторов, расчет режимов работы гусеничного трактора, написание текста рукописи; З.А. Годжаев — общее руководство работой, редактирование текста рукописи; П.В. Потапов — выполнение графиков тяговых характеристик тракторов, редактирование текста рукописи; М.П. Горюноква — поиск исходных материалов, выбор

технологии полевых работ, расчет режимов работы колесных тракторов. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors contribution. *V.V. Kosenko* — tractors drawbar performance calculations, crawler tractor operational regimes

calculations, writing the text of the manuscript; *Z.A. Godzhaev* — expert opinion, editing the text of the manuscript; *P.V. Potapov* — creating drawbar performance graphs, data processing, editing of images, editing the text of the manuscript; *M.P. Goryunkov* — the search of source data, choosing of field operations technology, calculation of wheeled tractors operational regimes. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work).

Competing interests. The authors declare no any transparent and potential conflict of interests in relation to this article publication.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косенко В.В., Носов Г.И. О необходимости использования гусеничных тракторов в сельском хозяйстве России // *Техника и оборудование для села*. 2015. № 2(212). С. 31–35.
2. Гутько М.В. и др. Беларусь 1221.2/1221B.2/1221.3. Руководство по эксплуатации 1221-0000010PЭ. Минск: РУП «Минский тракторный завод», 2009. Дата обращения: 30.09.2022. Режим доступа: http://www.belarus-tractor.com/upload/iblock/bee/1221.2_1221b.2_1221.3.pdf.zip
3. Левков В.Г., Брунков И.Ф. и др. Тракторы «Беларусь» МТЗ-80 и МТЗ-82. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию. Минск: Ураджай, 1990. Дата обращения: 30.09.2022. Режим доступа: <https://www.tractorreview.ru/wp-content/uploads/2016/01/instrukciya-po-ehkspluatacii-mtz80-82.pdf>
4. Трактор Агромаш-90ТГ. Руководство по эксплуатации А90.00.001PЭ. Волгоград: ОАО «Тракторная компания «ВгТЗ», 2010. Дата обращения: 30.09.2022. Режим доступа: <https://fermer.ru/files/v2/forum/55889/rukovodstvopoekspluataciagromash90tg.pdf>

5. Стопалов С.Г., Архипов В.С., Косенко В.В. и др. Сельскохозяйственные тракторы. Технические и эксплуатационные характеристики / под ред. Н.А. Щельцына. М.: НП «Гильдия «АПК-ПРЕСС», 2007.
6. Кутьков Г.М., Богатырев А.В. Тяговый расчет трактора. Методические указания. М.: РГАУ «ТСХА имени К.А. Тимирязева», 2017.
7. Косенко В.В., Искалиев А.И. Сравнительный тяговый расчет двух тракторов. Методические указания. Волгоград: ВолгГТУ, 2018.
8. Ряднов А.И., Тужилин А.Ф., Крутов В.П. и др. Методические указания к разработке операционных технологий механизированных полевых работ. Волгоград: ВГСХА, 2008.
9. Гордиенко О.В., Гусаров В.В., Шкуратов С.С. и др. Техническое обеспечение производственных процессов в растениеводстве. Расчет технико-экономических показателей работы машинно-тракторных агрегатов. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Горки: БГСХА, 2012.

REFERENCES

1. Kosenko VV, Nosov GI. On the need to use caterpillar tractors in agriculture in Russia. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2015;2(212):31-35. (in Russ).
2. Gutko MV, et al. *Belarus 1221.2/1221B.2/1221.3. Operation manual 1221-0000010RE*. Minsk: RUP «Minskiy traktorny zavod»; 2009. [cited Sept 30 2022] (in Russ). Available from: http://www.belarus-tractor.com/upload/iblock/bee/1221.2_1221b.2_1221.3.pdf.zip
3. Levkov VG, Bruenkov IF, et al. *Tractors "Belarus" MTZ-80 and MTZ-82. Instructions for use and maintenance*. Minsk: Uradzhay; 1990. (in Russ). [cited Sept 30 2022] (in Russ). Available from: <https://www.tractorreview.ru/wp-content/uploads/2016/01/instrukciya-po-ehkspluatacii-mtz80-82.pdf>
4. *Tractor Agromash-90TG. Operation manual A90.00.001RE*. Volgograd: ОАО «Traktornaya kompaniya «VgTZ»; 2010. (in Russ). [cited Sept 30 2022] (in Russ). Available from: <https://fermer.ru/files/v2/forum/55889/rukovodstvopoekspluataciagromash90tg.pdf>

5. Stopalov SG, Arkhipov VS, Kosenko VV, et al. *Agricultural tractors. Technical and operational characteristics*. Editor Shchel'tsyn NA. Moscow: NP «Gildiya «APK-PRESS»; 2007. (in Russ).
6. Kutkov GM, Bogatyrev AV. Traction calculation of the tractor. Guidelines. Moscow: RGAU «TSKhA imeni KA Timiryazeva»; 2017. (in Russ).
7. Kosenko VV, Iskaliev AI. *Comparative traction calculation of two tractors. Methodical instructions*. Volgograd: VolgGTU; 2018. (in Russ).
8. Ryadnov AI, Tuzhilin AF, Krutov VP, et al. *Guidelines for the development of operational technologies for mechanized field work*. Volgograd: VGSKhA; 2008. (in Russ).
9. Gordienko OV, Gusarov VV, Shkuratov SS, et al. *Technical support of production processes in crop production. Calculation of technical and economic indicators of the work of machine-tractor units. Guidelines for the implementation of laboratory work*. Gorki: BSKhA; 2012. (in Russ).

ОБ АВТОРАХ***Косенко Вячеслав Владимирович,**

канд. техн. наук,
старший преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация
и ремонт автомобилей»;
адрес: Российская Федерация, 400005, Волгоград,
пр. им. В.И. Ленина, д. 28;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3996-6414>;
eLibrary SPIN: 3616-4401;
e-mail: kosenko46@gmail.com

Годжаев Захид Адыгезалович,

чл.-корр. РАН, профессор, д-р техн. наук,
зам. директора;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1665-3730>;
eLibrary SPIN: 1892-8405;
e-mail: fic51@mail.ru

Потапов Павел Викторович,

канд. техн. наук,
доцент кафедры «Техническая эксплуатация
и ремонт автомобилей»;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6645-6033>;
eLibrary SPIN: 7042-2560;
e-mail: paulfinx@gmail.com

Горюнков Михаил Павлович,

магистрант;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2815-2948>;
eLibrary SPIN: 2821-6033;
e-mail: michaelpavlovichgoryunkov3028@yandex.ru

*Автор для переписки

AUTHORS' INFO***Vyacheslav V. Kosenko,**

Cand. Sci. (Tech.),
Senior Lecturer of the Technical Operation
and Maintenance of Vehicles Department;
address: 28 im. VI Lenina avenue,
400005 Volgograd, Russian Federation;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3996-6414>;
eLibrary SPIN: 3616-4401;
e-mail: kosenko46@gmail.com

Zahid A. Godzhaev,

Corresponding Member RAS, Professor, Dr. Sci. (Tech),
Deputy Director;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1665-3730>;
eLibrary SPIN: 1892-8405;
e-mail: fic51@mail.ru

Pavel V. Potapov,

Cand. Sci. (Tech.),
Associate Professor of the Technical Operation and Repair
of Vehicles Department;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6645-6033>;
eLibrary SPIN: 7042-2560;
e-mail: paulfinx@gmail.com

Mikhail P. Goryunkov,

Master student;
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2815-2948>;
eLibrary SPIN: 2821-6033;
e-mail: michaelpavlovichgoryunkov3028@yandex.ru

*Corresponding author