

## Сравнение эксплуатационных свойств китайских тракторов Zoomlion и YTO

**Григорий Александрович Иовлев<sup>1</sup>**,  
кандидат экономических наук, доцент,  
заведующий кафедрой,  
e-mail: gri-iovlev@yandex.ru;

**Владимир Викторович Побединский<sup>1,2</sup>**,  
доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой, e-mail: pobed@el.ru;  
**Ирина Игоревна Голдина<sup>1</sup>**,  
старший преподаватель, e-mail: ir.goldina@mail.ru

<sup>1</sup>Уральский государственный аграрный университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация;

<sup>2</sup>Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация

**Реферат.** Подтвердили актуальность информации о технических возможностях новых тракторов, поступающих на российский рынок. (*Цель исследования*) Сравнить эксплуатационные свойства китайских сельскохозяйственных тракторов Zoomlion и YTO, подготовить рекомендации для отечественных сельхозтоваропроизводителей. (*Материалы и методы*) Проанализировали материалы исследований по определению и сравнительному анализу эксплуатационных свойств тракторов семейства «Беларус» и зарубежных аналогов, в том числе китайского производства. Применили следующие методы: расчетный, сравнения, прогнозирования, экономико-математического моделирования, экспертных оценок и другие. Использовали математические зависимости по определению тяговых свойств тракторов, производительности машинно-тракторных агрегатов, удельного расхода топлива. (*Результаты и обсуждение*). Изучили эксплуатационные свойства тракторов Zoomlion и YTO, разбив их по группам примерно равной мощности. Сравнили показатели производительности машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции «культивация», удельного расхода топлива. Определили влияние балластных грузов. Выявили, что в группе Zoomlion RN904 и YTO-X904 у первого производительность выше на 2,4 процента, а удельный расход топлива ниже на 5,1 процента; в группе Zoomlion RN1104 и YTO-X1104 производительность выше у первого на 4,9 процента, но и удельный расход топлива больше на 3,9 процента; в группе Zoomlion RS1304 и YTO-X1304 первый имеет преимущества по обоим показателям – на 8,4 и 10,4 процента соответственно; в группе Zoomlion RS1604 и YTO-ELG1604 это различие еще более выражено – 21,3 и 15,4 процента соответственно. (*Выводы*) Доказали, что у тракторов с мощностью двигателя 66,2-95,6 киловатта производительность тракторов Zoomlion выше, чем YTO, на 5,6 процента, а удельный расход топлива меньше на 4,2 процента. Определили, что в варианте с мощностью двигателя 117,7 киловатта эти показатели лучше у YTO.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственные тракторы китайского производства, эксплуатационные свойства тракторов, балластные грузы, машинно-тракторный агрегат, удельный расход топлива.

■ **Для цитирования:** Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И. Сравнение эксплуатационных свойств китайских тракторов Zoomlion и YTO // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022. Т. 16. №4. С. 74-82. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-74-82. EDN TKSZWX.

## Comparative Analysis of Zoomlion and YTO Chinese Tractors' Operational Properties

**Gregoriy A. Iovlev<sup>1</sup>**,  
Ph.D.(Econ.), associate professor, head of department,  
e-mail: gri-iovlev@yandex.ru;

**Vladimir V. Pobedinskiy<sup>1,2</sup>**,  
Dr.Sc.(Eng.), professor, head of department,  
e-mail: pobed@el.ru;  
**Irina I. Goldina<sup>1</sup>**,  
senior lecturer, e-mail: ir.goldina@mail.ru

<sup>1</sup>The Ural State Agrarian University, Yekaterinburg, Russian Federation;

<sup>2</sup>Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russian Federation

**Abstract.** The relevance of the information on the technical capabilities of new tractors being launched into the Russian market is confirmed. (*Research purpose*) To compare the operational properties of China's Zoomlion and YTO agricultural tractors, and prepare recommendations for domestic agricultural producers. (*Materials and methods*) The previous research was summarized and



analysed, with a special attention on the definition and comparative analysis of the operational properties of Belarus family tractors and foreign tractors, including those made in China. The following methods were used: calculation, comparison, forecasting, economic and mathematical modeling, expert assessments and others. Mathematical dependencies were used to determine the tractor pulling and traction properties, the productivity of machine-tractor units, and specific fuel consumption. (*Results and discussion*) The operational properties of Zoomlion and YTO tractors were grouped into the categories of approximately equal power, and studied. The performance indicators of the machine-tractor unit were compared during the technological operation "cultivation", as well as its specific fuel consumption. The effect of ballast weights was determined. It was found that in the Zoomlion RN904 and YTO-X904 group, the productivity of the former is 2.4 percent higher, and the specific fuel consumption is 5.1 percent lower; in the Zoomlion RN1104 and YTO-X1104 group, the productivity is 4.9 percent higher, and the specific fuel consumption is 3.9 percent higher; in the Zoomlion RS1304 and YTO-X1304 group, the former outperforms by both indicators - by 8.4 and 10.4 percent, respectively; in the Zoomlion RS1604 and YTO-ELG1604 group, this difference is even more pronounced - 21.3 and 15.4 percent, respectively. (*Conclusions*). It has been proved that in the group of tractors with the engine power of 66.2-95.6 kilowatts, Zoomlion tractor's productivity is 5.6 percent higher than that of YTO, and the specific fuel consumption is 4.2 percent lower. It was determined that in the group with the engine power of 117.7 kilowatts, the operational properties are better for YTO.

**Keywords:** agricultural tractors made in China, operational properties of tractors, ballast weights, machine-tractor unit, specific fuel consumption.

**For citation:** Iovlev G.A., Pobedinskiy V.V., Goldina I.I. Sravnenie ekspluatatsionnykh svoystv kitayskikh traktorov Zoomlion i YTO [Comparative analysis of Zoomlion and YTO Chinese tractors' operational properties]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2022. Vol. 16. N4. 74-82 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-74-82.EDN TKSZWX.

**В** 2020-2021 г. в России насчитывалось 22,0-29,3 тыс. сельскохозяйственных тракторов, в том числе 6 тыс. ед. отечественных [1-7]. Для комплектования тракторного парка сельхозтоваропроизводители вынуждены приобретать тракторы зарубежного производства (*табл. 1*).

Беларусь остается наиболее крупным поставщиком [9]. В товарных группах до 37 кВт (тракторы, мини-тракторы, мотоблоки и т.д.) импорт из Китая составляет 79,3%. На наш взгляд, это самый востребованный сегмент.

**Цель исследования** – сравнить технические характеристики и эксплуатационные свойства сельскохозяйственных тракторов *Zoomlion* и *YTO*, произведенных в Китае.

**Материалы и методы.** В Китае производство сельскохозяйственной техники, в том числе тракторов, представлено многими компаниями, основные из них: *Foton Lovol International Heavy Industry (Lovel Heavy Industry Co.)*, *Changzhou Dongfeng Agricultural Machinery Group Co.*, *YTO Group Corporation*, *Xuzhou KAT Agricultural Equipment Co.*, *Zoomlion Agriculture Machi-*

*nery Co.*, *Shifeng Group Co.*, *Jiangsu Changfa Agricultural Equipment Co.* [10-12].

В 2022 г. на российских аграрных выставках впервые продемонстрированы тракторы китайских производителей *Zoomlion Agriculture Machinery* и *YTO Group Corporation*. По своим технико-экономическим показателям они близки к тракторам белорусского производства. Анализ эксплуатационных свойств поможет российским аграриям определиться с выбором.

**Результаты и обсуждение.** На тяговые и эксплуатационные свойства трактора прежде всего влияют:

- эксплуатационная масса;
- мощность двигателя;
- распределение нагрузки на оси;
- диапазон и значения рабочих передач коробки перемены передач.

Сравнительный анализ провели по 4 группам различной мощности (*табл. 2*):

- 1 – *Zoomlion RN904* и *YTO-X904*;
- 2 – *Zoomlion RN1104* и *YTO-X1104*;
- 3 – *Zoomlion RS1304* и *YTO-X1304*;
- 4 – *Zoomlion RS1604* и *YTO-ELG1604*.

Таблица 1

Table 1

**ИМПОРТ ТРАКТОРОВ С МОЩНОСТЬЮ ДВИГАТЕЛЯ СВЫШЕ 37 кВт (50 л.с.) в 2021 г. [8]**  
**IMPORT OF TRACTORS WITH THE ENGINE POWER OVER 37 kW (50 HP) IN 2021 [8].**

Страны-экспортеры / Exporting countries	Объем поставок / Scope of supply	
	%	ед.
Беларусь / Belarus	82,5	19 800
Китай / China	10,4	2496
Страны ЕС (Франция, Германия, Голландия) EU countries (France, Germany, Holland)	6,5	1560
Япония / Japan	0,6	144

Таблица 2

Table 2

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАКТОРОВ ZOOMLION И УТО**  
**SPECIFICATIONS OF ZOOMLION AND YTO TRACTORS**

Группы Groups	Марка трактора Tractor brand	Энергонасыщенность, кВт/кН power/weight ratio kW/kN	Эксплуатационная масса, кг Operating weight, kg	Распределение на переднюю ось, кг Distribution on the front axle, kg	Распределение на заднюю ось, кг Distribution on the rear axle, kg	Передние балластные грузы, кг Front ballast weights, kg	Задние балластные грузы, кг Rear ballast weights, kg	Диапазон передач, км/ч Gear range, km/h
1	Zoomlion RN904	1,55	4350	1630	2720	11×20 <sup>4</sup>	8×40	1,58-33,69
	УТО-Х904	1,53	4400	1790	2610	6×40 <sup>1</sup> + 130 <sup>5</sup>	4×50 <sup>1</sup>	2,21-37,55
2	Zoomlion RN1104	1,77	4655	1750	2905	11×20 <sup>4</sup>	8×40	1,58-33,69
	УТО-Х1104	1,71	4820	1930	2890	10×40 + 130 <sup>5</sup>	6×50	2,24-29,30
3	Zoomlion RS1304	1,89	5160	1935	3225	13×40	8×60	1,65-33,39
	УТО-Х1304	1,98	4910	1915	2995	12×50 + 160 <sup>5</sup>	8×50	2,34-30,55
4	Zoomlion RS1604	2,06	5810	2180	3630	13×40	8×60	1,49-30,07
	УТО-ELG1604	1,87	6420 <sup>2</sup>	3060	3360	12×45 + 160 <sup>5</sup>	4×75	2,25-29,06 <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Как опция могут поставляться передние – 10×40, задние – 6×50 / As an option, front – 10x40, rear – 6x50 can be supplied.  
<sup>2</sup>На спаренных задних колесах 7110 кг / On twin rear wheels 7110 kg.  
<sup>3</sup>При коробке перемены передач на 18 передач, диапазон передач 2,81-38,39 / With 18 gear shifter, gear range is 2.81-38.39.  
<sup>4</sup>Как опция могут поставляться 22×20 / As an option, 22×20 can be supplied.  
<sup>5</sup>Масса держателя передних балластных грузов / Weight of front weight holder.

Тракторы имеют примерно одинаковые технико-экономические показатели, кроме 4 группы: по сравнению с *Zoomlion RS1604* эксплуатационная масса *УТО-ELG1604* на 610 кг больше, а возможность установки задних сдвоенных колес позволяет увеличить эксплуатационную массу еще на 690 кг.

Тракторы с представленными техническими характеристиками относятся к тягово-энергетической концепции, мощность двигателей соответствует предъявляемым требованиям [13-16]. Практически у всех тракторов для повышения эксплуатационных свойств можно использовать балластные грузы.

В сравнении учитывали производительность машинно-тракторного агрегата (МТА) и удельный расход топлива, а также влияние заводского комплекта балластных грузов. Для этого предложили варианты балластирования тракторов.

Для трактора *Zoomlion RN904* рассмотрели несколько вариантов догрузки балластными грузами [17, 18]. Номинальное тяговое усилие при различных вариантах догрузки составило 16,7-18,8 кН.

Приведем расчеты для трактора *УТО-Х904* (табл. 2).

Варианты балластирования:

- 1 – без грузов;
- 2 – 2 противовеса на задние колеса по 50 кг (по одному на колесо);
- 3 – держатель 130 кг + 2 противовеса на задние коле-

- са по 50 кг;
- 4 – держатель 130 кг + 4 противовеса на задние колеса по 50 кг;
- 5 – держатель 130 кг, 2 передних груза по 40 кг + 4 противовеса на задние колеса по 50 кг;
- 6 – держатель 130 кг, 4 передних груза по 40 кг + 4 противовеса на задние колеса по 50 кг;
- 7 – держатель 130 кг, 6 передних грузов по 40 кг + 4 противовеса на задние колеса по 50 кг.

Тяговое усилие определим по формуле:

$$P_{\text{кр,н}} = Am_{\text{э}},$$

где  $P_{\text{кр,н}}$  – номинальное тяговое усилие, кН;

$A$  – безразмерный коэффициент, устанавливаемый в зависимости от вида трактора. Для тракторов с четырьмя ведущими мостами и эксплуатационной массой свыше 2600 кг  $A = 3,92 \cdot 10^{-3}$ ;

$m_{\text{э}}$  – эксплуатационная масса, кг.

Используя диапазон рабочих передач, рассчитаем тяговое усилие с учетом вариантов балластирования (табл. 3).

Определим влияние балластирования на производительность машинно-тракторного агрегата (МТА) и расход топлива при культивации.

Исходные данные:

- удельное сопротивление – 1,7 кН/м;
- коэффициент сопротивления перекатыванию – 0,15;



Таблица 3

Table 3

НОМИНАЛЬНОЕ ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ ТРАКТОРА УТО-Х904 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ДОГРУЗКИ RATED PULLING FORCES OF THE УТО-Х904 TRACTOR FOR VARIOUS LOADING OPTIONS							
Варианты option number	Передняя ось / Front axle, kg		Задняя ось / Rear axle, kg		Эксплуатационная масса, кг Operating eight, kg	Энергонасыщенность, кВт/кН power/weight ratio, kW/kN	Номинальное тяговое усилие, кН Rated pulling force, kN
	кг/kg	%	кг/kg	%			
1	1790	40,7	2610	59,3	4400	1,53	17,2
2	1790	39,8	2710	60,2	4500	1,50	17,6
3	1920	41,5	2710	58,5	4630	1,46	18,1
4	1920	40,6	2810	59,4	4730	1,43	18,5
5	2000	41,6	2810	58,4	4810	1,40	18,8
6	2080	42,5	2810	57,5	4890	1,38	19,2
7	2160	43,5	2810	56,5	4970	1,36	19,5

Таблица 4

Table 4

ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ ТРАКТОРА УТО-Х904 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ПЕРЕДАЧАХ И ВАРИАНТАХ ДОГРУЗКИ, кН TRACTION FORCES OF THE УТО-Х904 TRACTOR IN DIFFERENT GEARS WITH DIFFERENT LOADING OPTIONS									
Рабочие передачи Working gears	Рабочая скорость, км/ч Operating speed, km/h	Варианты догрузки / Loading options							
		1	2	3	4	5	6	7	
I3	4,24	17,2	17,6	18,1	18,5	18,8	19,2	19,5	
I4	6,83	14,8	15,1	15,5	15,9	16,2	16,5	16,8	
II1	5,26	16,2	16,6	17,1	17,5	17,8	18,1	18,4	
II2	8,16	13,6	13,9	14,2	14,6	14,8	15,1	15,3	
II3	10,08	11,8	12,1	12,4	12,7	12,8	13,2	13,3	
II4	16,22	6,08	6,28	6,33	6,58	6,58	6,83	6,83	
III1	12,18	9,83	10,1	10,3	10,6	10,7	11,0	11,1	

- запас тягового усилия 7,5%.

При расчетах необходимо выбирать возможно более высокие показатели скорости, в соответствии с агротехническими требованиями.

Найдем тяговое сопротивление агрегата, кН:

$$R_a = R_m + R_f,$$

где  $R_m$  – тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, кН;

$R_f$  – сопротивление перекачиванию сельскохозяйственной машины, кН.

Часовую производительность определим по формуле, га:

$$W_{\text{ч}} = e B_p V_p = e \zeta_B \zeta_V \tau B_a V_T, \tag{1}$$

где  $e$  – коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата,  $e = 0,1$ ;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$$B_p = \zeta_B B_a,$$

где  $\zeta_B$  – коэффициент использования ширины захвата, учитывает отличие рабочей ширины захвата от конструктивной  $B_a$ :  $\zeta_B = B_p/B_a$ , при поверхностной обработке  $\zeta_B = 0,95-0,96$ ;

$V_p$  – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;

$$V_p = \zeta_V V_T,$$

где  $\zeta_V$  – коэффициент использования скорости:

$\zeta_V = V_p/V_T$ ,  $V_T$  – скорость трактора, км/ч, причем  $\zeta_V = 0,77$  для тракторов кл. 1,4-2 тс;  $\zeta_V = 0,81$  для тракторов кл. 3 тс;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены:  $\tau = T_p/T_{\text{см}}$ ,

где  $T_p$  – время выполнения технологической операции, ч;

$T_{\text{см}}$  – продолжительность времени смены, ч.

При хорошей организации труда и нормальных условиях эксплуатации  $\tau = 0,7-0,8$ .

Расход топлива равен, кг:

$$g_{\text{ГА}} = \frac{G_{\text{Т.Р}} + G_{\text{Т.П}} + G_{\text{Т.ПЕР}} + G_{\text{Т.ХД}}}{W_{\text{ч}}}, \tag{2}$$

где  $G_{\text{Т.Р}}$ ,  $G_{\text{Т.П}}$ ,  $G_{\text{Т.ПЕР}}$ ,  $G_{\text{Т.ХД}}$  – средний часовой расход топлива в течение смены при выполнении основной (чистой) работы, холостых ходов на поворотах, переездах и во время холостой работы двигателя (во время остановок агрегата с работающим двигателем), кг/ч. Средний часовой расход топлива определяют по справочным данным или расчетным путем – через удельный расход топлива на 1 эффективную лошадиную силу и степень загрузки двигателя.

Приведем примеры расчета тягового сопротивления для культиваторов:

- КПС-4:  $R_a = 4 \cdot 1,7 + 0,15 \cdot 7,96 = 7,99$  кН.



- КПС-5:  $R_a = 5 \cdot 1,7 + 0,15 \cdot 12,6 = 10,39$  кН.

- КПС-6:  $R_a = 6 \cdot 1,7 + 0,15 \cdot 13,6 = 12,24$  кН.

Производительность МТА и расход топлива при культивации вычисляются в соответствии с предложенными вариантами балластирования, определяющими тяговые усилия трактора. Варианты балластирования разработаны на основе заводского комплекта балластных грузов и возможности установки двонных колес.

Для примера приведем расчет производительности МТА для первого варианта балластирования трактора *УТО-Х904*, без грузов (табл. 4):

- культиватор КПС-4. Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию 9,83 кН с запасом на передаче III (12,18 км/ч):

$$W_{ч} = 0,1 \cdot 0,955 \cdot 4 \cdot 0,77 \cdot 12,18 \cdot 0,75 = 2,69 \text{ га/ч};$$

- культиватор КПС-5. Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию 11,8 кН с запасом на передаче III (10,08 км/ч):

$$W_{ч} = 0,1 \cdot 0,955 \cdot 5 \cdot 0,77 \cdot 10,08 \cdot 0,75 = 2,78 \text{ га/ч};$$

- культиватор КПС-6. Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию 13,6 кН с запасом на передаче II (8,16 км/ч):

$$W_{ч} = 0,1 \cdot 0,955 \cdot 6 \cdot 0,77 \cdot 8,16 \cdot 0,75 = 2,70 \text{ га/ч}.$$

Как видим, лучший показатель по производительности выявлен в варианте с культиватором КПС-5. При этом расход топлива равен:

$$g_{га} = \frac{9,23 \cdot 0,75 + 5,02 \cdot 0,25}{2,78} = \frac{6,92 + 1,25}{2,78} = 2,94 \text{ кг/га}.$$

Балластирование влияет на производительность машинно-тракторного агрегата и расход топлива для *УТО-Х904* и *Zoomlion RN904* (табл. 5) [17-19].

Используя индексный метод, определили опти-

мальное распределение догрузки балластными грузами: для *Zoomlion RN904* – 7-й вариант (2,29 балла), для *УТО-Х904* – 6-й вариант (2,27 балла).

Для определения трактора с наиболее высокими эксплуатационными свойствами также применим индексный метод. Взяв за базисный вариант эксплуатационные свойства трактора *Zoomlion RN904*, мы имеем: *Zoomlion RN904* – 2 балла, *УТО-Х904* –  $0,98 + 0,95 = 1,93$  балла.

Аналогичные расчеты с различными вариантами догрузки провели и в других сравниваемых парах.

При оптимальной догрузке трактора *Zoomlion RN1104* в агрегате с КПС-6 производительность достигает 3,87 га/ч, а расход топлива наименьший – 2,95 кг/га. Лучшие показатели для *УТО-Х1104* – с культиватором КПС-5: 3,69 га/ч и 2,84 кг/га. Более высокие эксплуатационные свойства выявлены у трактора *Zoomlion RN1104*.

В следующей по мощности паре номинальное тяговое усилие трактора *Zoomlion RS1304* при различных вариантах догрузки составило 19,8–23,7 кН, *УТО-Х1304* – 19,2–23,8 кН, то есть показатели практически одинаковые [18].

При увеличении рабочей скорости с 4,23 до 14,0 км/ч тяговое усилие трактора *УТО-Х1304* уменьшалось в диапазоне от 23,8 до 11,0 кН в зависимости от вариантов догрузки.

Изучив варианты балластирования при агрегатировании трактора с культиватором КПС-6, определили наиболее оптимальные [18]:

для *Zoomlion RS1304* – производительность 5,02 га/ч при удельном расходе топлива 2,77 кг/га;

для *УТО-Х1304* – 4,63 га/ч и 3,09 кг/га соответственно.

Исследования эксплуатационных свойств следующей пары – *Zoomlion RS1604* и *УТО-ELG1604* – представляют интерес в силу серьезных различий технико-экономических показателей:

- эксплуатационная масса *УТО-ELG1604* больше, чем

Таблица 5		Влияние балластирования на производительность МТА и расход топлива					Table 5	
INFLUENCE OF BALLASTING ON THE MACHINE-TRACTOR AGGREGATE (MTA) PERFORMANCE AND FUEL CONSUMPTION								
№ варианта option number	Zoomlion RN904			УТО-Х904				
	марка культиватора brand	производительность, га/ч productivity, ha/h	удельный расход топлива, кг/га specific fuel consumption, kg/ha	марка культиватора brand	производительность, га/ч productivity, ha/h	удельный расход топлива, кг/га specific fuel consumption, kg/ha		
1	КПС-4	2,94	2,77	КПС-5	2,78	2,94		
2	КПС-4	2,94	2,81	КПС-5	2,78	3,02		
3	КПС-6	2,98	2,80	КПС-5	2,78	3,09		
4	КПС-6	2,98	2,82	КПС-5	2,78	3,16		
5	КПС-6	2,98	2,92	КПС-5	2,78	3,22		
6	КПС-6	2,98	2,95	КПС-6	3,33	2,74		
7	КПС-6	3,41	2,60	КПС-6	3,33	2,77		



- у Zoomlion RS1604, на 610 кг;
- у трактора YTO-ELG1604 имеется возможность установки задних сдвоенных колес;
- YTO-ELG1604 комплектуется двумя вариантами коробки перемены передач – 18 и 12 передач.

Поэтому исследования проведены не только по сравнению эксплуатационных свойств тракторов Zoomlion RS1604 и YTO-ELG1604, но и YTO-ELG1604 с различными вариантами КПП [20].

Номинальное тяговое усилие при различных вариантах догрузки трактора Zoomlion RS1604 составило 22,3-26,2 кН [18]. Для YTO-ELG1604 этот показатель находился в диапазоне 25,2-31,8 кН.

Провели расчет тягового усилия YTO-ELG1604 в зависимости от возможностей коробки передач, рабочей скорости вариантов балластирования, установки сдвоенных колес.

Изучили влияние балластирования на производительность МТА и расход топлива [18, 21-23].

Установили оптимальные варианты догрузки балластными грузами: для Zoomlion RS 1604 – 8-й, для YTO-ELG1604 с 18-скоростной КПП – 9-й, для YTO-ELG1604 с 12-скоростной КПП – 9-й и 10-й варианты равнозначны (табл. 6).

Распределение нагрузки на переднюю и заднюю

оси составило: Zoomlion – 37,5 и 62,5%; YTO – 40 и 60% (за исключением трактора YTO-ELG1604, у которого соотношение между осями практически одинаково – 48 и 52%).

Эксплуатационные свойства YTO-ELG1604 лучше, чем Zoomlion RS 1604, при обоих вариантах трансмиссии: производительность выше, соответственно, на 19,7 и 23,2%, удельный расход топлива ниже на 14,3 и 16,1% (рисунок).

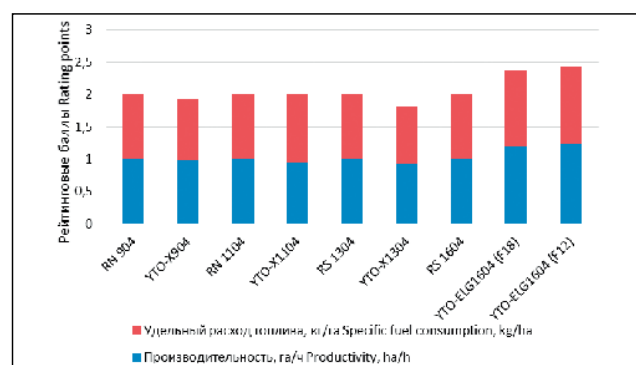


Рис. Рейтинги эксплуатационных свойств тракторов

Fig. 1. Tractor operational properties rating

**Выводы.** Технические характеристики представленных тракторов китайского производства близки

Таблица 6		Влияние балластирования на производительность машинно-тракторного агрегата и расход топлива							Table 6	
		Zoomlion RS1604 + КПС-6				YTO-ELG1604 (F18)		YTO-ELG1604 (F12)		
Варианты Options	Производительность, га/ч Productivity, ha/h	Удельный расход топлива, кг/га Specific fuel consumption, kg/ha	Культиватор Ripper	Производительность, га/ч Productivity, ha/h	Удельный расход топлива, кг/га Specific fuel consumption, kg/ha	Культиватор Ripper	Производительность, га/ч Productivity, ha/h	Удельный расход топлива, кг/га Specific fuel consumption, kg/ha		
									Производительность, га/ч Productivity, ha/h	Удельный расход топлива, кг/га Specific fuel consumption, kg/ha
1	4,52	3,21	КПК-7	4,73	3,07	КПС-6	5,06	2,87		
2	4,52	3,27	КПС-6	5,01	2,97	КПС-6	5,32	2,80		
3	4,52	3,33	КПК-7,2	5,12	2,98	КПК-7,2	5,55	2,75		
4	4,77	3,19	КПК-7,2	5,12	3,04	КПК-7,2	5,55	2,81		
5	4,77	3,32	КПК-7,2	5,12	3,07	КПК-7,2	5,55	2,83		
6	4,77	3,37	КПК-7,2	5,12	3,11	КПК-7,2	5,55	2,87		
7	4,77	3,39	КПК-7,2	5,12	3,16	КПК-7,2	5,55	2,91		
8	5,02	3,35	КПК-7	5,66	2,90	КПК-7,2	5,55	2,96		
9	5,02	3,39	КПК-7,2	6,01	2,87	КПК-8	6,17	2,80		
10	–	–	КПК-7,2	6,01	2,91	КПК-7	6,20	2,82		
11	–	–	КПК-7,2	6,01	2,95	КПК-7	6,20	2,86		
12	–	–	КПК-7,2	6,01	2,99	КПК-7	6,20	2,90		
13	–	–	КПК-7,2	6,01	3,05	КПК-7	6,20	2,95		

по эксплуатационной массе, мощности двигателя. Энергонасыщенность составила: в первой группе – 1,53-1,55 кВт/кН, во второй – 1,71-1,77 кВт/кН, в третьей – 1,89-1,98 кВт/кН, в четвертой – 1,87-2,06 кВт/кН.

Распределение нагрузки на переднюю и заднюю оси равно: Zoomlion – 37,5 и 62,5%; YTO – 40 и 60% (за исключением трактора YTO-ELG1604, у которого соотношение между осями практически одинаково – 48 и 52%).

Количество балластных грузов у тракторов фирмы YTO больше, чем у Zoomlion. Тракторы обеих фирм отличаются количеством и значением рабочих передач, что существенно влияет на эксплуатационные свойства.

Более плавное переключение скоростей на Zoomlion (16 передач против 12 на YTO) позволяет повысить эксплуатационные свойства этих тракторов. Для обеих моделей желателен более мощный двигатель, что повысит энергонасыщенность тракторов.

На основании представленных расчетов и выводов рекомендуем для крестьянских фермерских хозяйств, сельскохозяйственных организаций с небольшими объемами производства тракторы фирмы Zoomlion; для более крупных агропредприятий предпочтительны тракторы марки YTO.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Старостин И.А., Загоруйко М.Г. Материально-техническая база сельского хозяйства: обеспеченность тракторами и состояние тракторостроения // *Аграрный научный журнал*. 2020. N10. С. 126-130.
2. Дмитриев С.Ю., Дмитриев Ю.П., Кручинкина И.С., Дмитриева О.Ю. Тестирование новых образцов отечественной сельхозтехники для АПК // *Вестник Чувашского государственного аграрного университета*. 2022. N1(20). С. 78-84.
3. Кормаков Л.Ф. Нормативно-правовая база регулирования рынка сельхозтехники: адаптация к современным условиям (взгляд экономиста) // *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2017. N9. С. 65-69.
4. Парфенов А.П. Сельскохозяйственные тракторы на рынке России (По материалам международной выставки «АГРОСАЛОН 2018») // *Известия МГТУ МАМИ*. 2019. N1(39). С. 36-45.
5. Мазилев Е.А., Демидова О.С. Тенденции рынка сельхозтехники в России // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2019. N11-2(57). С. 72-76.
6. Создание инструментов для приобретения аграриями новой сельхозтехники – одна из ключевых задач минсельхоза России // *Аграрная наука*. 2022. N7-8. С. 27.
7. Davydova S.A., Starostin I.A. Compliance of Modern Agricultural Tractors Presented on Russian Market With Global Emission Standards. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. N659. 012119.
8. Климов Д.В. Экспорт-импорт тракторов и машин сельскохозяйственного назначения: современное состояние и перспективы // *Экономика и предпринимательство*. 2022. N2(139). С. 1180-1189.
9. Ковалев И.Л. Белорусский экспорт сельхозтехники: состояние, тенденции, проблемы // *Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт*. 2019. N6. С. 66-76.
10. Солий К. Основные китайские производители сельхозтехники: наш обзор, часть 1 // *Рынок АПК*. 2020. N9(203). С. 50-54.
11. Митина Н.Н., Сун Я. Особенности развития экономики Китая // *Инновации и инвестиции*. 2022. N6. С. 39-45.
12. Mazilov E.A., Sheng F. Scientific and Technological Potential of the Territories of Russia and China: Assessment and Development Prospects. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2018. Vol. 11. N1. 70-83.
13. Кутыков Г.М. Развитие технической концепции трактора // *Тракторы и сельхозмашины*. 2019. N1. С. 27-35.
14. Arzhenovsky A. Methods for Determining Energy and Fuel and Economic Indicators of Machine-tractor Units Agricultural Machines and Technologies. *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Vol. 6. 36.
15. Lebedev A.T., Seregin A.A., Arzhenovsky A.G. Improving the Efficiency of the Functioning of Agricultural Machinery and Equipment by Managing the Reliability of Their Systems Don Agrarian. *Science Bulletin*. 2019. N2(46). С. 4.
16. Журавлев С.Ю. Улучшение эксплуатационных свойств колесных 4К4 сельскохозяйственных тракторов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2020. N4(84). С. 127-132.
17. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств тракторов белорусско-российского и китайского производства // *Системы. Методы. Технологии*. 2022. N3(55). С. 16-24.
18. Иовлев Г.А. Китайский трактор на российском рынке: эксплуатационные свойства // *Нивы России*. 2022. N4(203). С. 40-48.
19. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Эксплуатационные свойства тракторов белорусского и китайского производства на примере: БЕЛАРУС 923.3 и ZOOMLION RN904 // *Научно-технический вестник: Технические системы в АПК*. 2022. N1(13). С. 25-35.
20. Ревенко В.Ю., Русанов А.В., Крюковская Н.С. Эксплуатационные исследования изменения тягово-энергетических показателей тракторов при использовании сдвоенных шин // *Агротехника и энергообеспечение*. 2019. N4(25). С. 53-60.
21. Годжаев З.Д., Шевцов В.Г., Лавров А.В., Ценч Ю.С., Зубина В.А. Стратегия машинно-технологической модернизации сельского хозяйства России до 2030 года (Прогноз) //



*Технический сервис машин.* 2019. N4(137). С. 220-229.

22. Лобачевский Я.П., Бейлис В.М., Ценч Ю.С. АСПЕКТЫ цифровизации системы технологий и машин // *Электротехнологии и электрооборудование в АПК.* 2019. N3(36). С. 40-45.

23. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С. и др. О синтезе роботизированного сельскохозяйственного мобильного агрегата // *Вестник российской сельскохозяйственной науки.* 2019. N4. С. 63-68.

## REFERENCES

- Starostin I.A., Zagoruyko M.G. Material'no-tekhnicheskaya baza sel'skogo khozyaystva: obespechennost' traktorami i sostoyanie traktorostroeniya [Material and technical base of agriculture: availability of tractors and the state of tractor construction]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal.* 2020. N10. 126-130 (In Russian).
- Dmitriev S.Yu., Dmitriev Yu.P., Kruchinkina I.S., Dmitrieva O.Yu. Testirovanie novykh obraztsov otechestvennoy sel'khoztekhniki dlya APK [Testing of new samples of domestic agricultural machinery for agro-industrial complex]. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2022. N1(20). 78-84 (In Russian).
- Kormakov L.F. Normativnopravovaya baza regulirovaniya rynka sel'khoztekhniki: adaptatsiya k sovremennym usloviyam (vzglyad ekonomista) [Standard-legal base for agricultural machinery market regulation: adapting to modern conditions (an economist's opinion)]. *Ekonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy.* 2017. N9. 65-69 (In Russian).
- Parfenov A.P. Sel'skokhozyaystvennyye traktory na rynke Rossii (Po materialam mezhdunarodnoy vystavki «AGRO-SALON 2018») [Agricultural tractors on russian market (based on the international exhibition «AGROSALON 2018»)]. *Izvestiya MGTU MAMI.* 2019. N1(39). 36-45 (In Russian).
- Mazilov E.A., Demidova O.S. Tendentsii rynka sel'khoztekhniki v Rossii [Russian agricultural market's trends]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika.* 2019. N11-2(57). 72-76 (In Russian).
- Sozdanie instrumentov dlya priobreteniya agrariyami novoy sel'khoztekhniki – odna iz klyuchevykh zadach minsel'khoza Rossii [Creating tools for the purchase of new agricultural equipment by farmers is one of the key tasks of the ministry of agriculture of Russia]. *Agrarnaya nauka.* 2022. N7-8. 27 (In Russian).
- Davydova S.A., Starostin I.A. Compliance of Modern Agricultural Tractors Presented on Russian Market With Global Emission Standards. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2021. N659. 012119 (In English).
- Klimov D.V. Eksport-import traktorov i mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy [Export-import of tractors and agricultural machines: current state and prospects]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo.* 2022. N2(139). 1180-1189 (In Russian).
- Kovalev I.L. Belorusskiy eksport sel'khoztekhniki: sostoyanie, tendentsii, problemy [Belarusian export of agricultural machinery: condition, trends, problems]. *Sel'skokhozyaystvennaya tekhnika: obsluzhivanie i remont.* 2019. N6. 66-76 (In Russian).
- Soliy K. Osnovnye kitayskie proizvoditeli sel'khoztekhniki: nash obzor, chast' 1 [The main Chinese manufacturers of agricultural equipment: our review, part 1]. *Rynok APK.* 2020. N9(203). 50-54.
- Mitina N.N., Sun Ya. Osobennosti razvitiya ekonomiki Kitaya [Features of China's economic development]. *Innovatsii i investitsii.* 2022. N6. 39-45 (In Russian).
- Mazilov E.A., Sheng F. Scientific and Technological Potential of the Territories of Russia and China: Assessment and Development Prospects. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast.* 2018. Vol. 11. N1. 70-83 (In English).
- Kut'kov G.M. Razvitie tekhnicheskoy kontseptsii traktora [The development of the technical concept of the tractor]. *Traktory i sel'khoz mashiny.* 2019. N1. 27-35 (In Russian).
- Arzhenovsky A. Methods for Determining Energy and Fuel and Economic Indicators of Machine-tractor Units Agricultural Machines and Technologies. *Journal of Physics: Conference Series.* 2017. Vol. 6. 36 (In English).
- Lebedev A.T., Seregin A.A., Arzhenovsky A.G. Improving the Efficiency of the Functioning of Agricultural Machinery and Equipment by Managing the Reliability of Their Systems Don Agrarian. *Science Bulletin.* 2019. N2(46). 4 (In English).
- Zhuravlev S.Yu. Uluchshenie ekspluatatsionnykh svoystv kolesnykh 4K4 sel'skokhozyaystvennykh traktorov [Improvement of operational properties of wheeled 4k4 agricultural tractors]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2020. N4(84). 127-132 (In Russian).
- Iovlev G.A., Goldina I.I. Sravnitel'nyy analiz ekspluatatsionnykh svoystv traktorov belorussko-rossiyskogo i kitayskogo proizvodstva [Comparative analysis of the operational properties of Belarusian-Russian and Chinese tractors]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii.* 2022. N3(55). 16-24 (In Russian).
- Iovlev G.A. Kitayskiy traktor na rossiyskom rynke: ekspluatatsionnye svoystva [Chinese tractor in the Russian market: operational properties]. *Nivy Rossii.* 2022. N4 (203). 40-48 (In Russian).
- Iovlev G.A., Goldina I.I. Ekspluatatsionnye svoystva traktorov belarusskogo i kitayskogo proizvodstva na primere: BELARUS 923.3 I ZOOMLION RN904 [Operational parameters of Belarusian and Chinese tractors by example: Belarus 923.3 and Zoomlion RN904]. *Nauchno-tekhnicheskiiy vestnik: Tekhnicheskiiy sistemy v APK.* 2022. N1(13). 25-35 (In Russian).
- Revenko V.Yu., Rusanov A.V., Kryukovskaya N.S. Ekspluatatsionnye issledovaniya izmeneniya tyagovo-energeticheskikh pokazateley traktorov pri ispol'zovanii sdvoennykh shin [Operational studies of changes in traction and energy indicators of tractors using dual tires]. *Agrotekhnika i energobespechenie.* 2019. N4(25). 53-60 (In Russian).



21. Godzhaev Z.D., Shevtsov V.G., Lavrov A.V., Tsench Yu.S., Zubina V.A. Strategiya mashinno-tekhnologicheskoy modernizatsii sel'skogo khozyaystva Rossii do 2030 goda (Prognoz) [Strategy of machine-technological modernization of agriculture in Russia until 2030 (Forecast)]. *Tekhnicheskij servis mashin*. 2019. N4(137). 220-229 (In Russian).
22. Lobachevskiy Ya.P., Beylis V.M., Tsench Yu.S. Aspekty tsifrovizatsii sistemy tekhnologii i mashin [Aspects of digitalization of the system of technologies and machines]. *Elektrotekhnologii i elektrooborudovanie v APK*. 2019. N3(36). 40-45 (In Russian).
23. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy YaA.P., Tsench Yu.S., et al. O sinteze robotizirovannogo sel'skokhozyaystvennogo mabil'nogo agregata [About the synthesis of a robotic agricultural mobile unit]. *Vestnik rossiyской sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2019. N4. 63-68 (In Russian).

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

**Заявленный вклад соавторов:**

Иовлев Г.А. – научное руководство, формулирование основных целей и задач экспериментальных исследований, доработка текста, итоговая переработка статьи, формирование общих выводов;

Побединский В.В. – обработка полученных результатов экспериментальных исследований, построение графиков;

Голдина И.И. – подготовка начального варианта статьи, доработка текста, литературный анализ, редактирование и оформление материалов.

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

**Coauthors' contribution:**

Iovlev G.A. – scientific guidance, formulation of the main goals and objectives of the experimental research, revision of the manuscript, proofreading of the manuscript, formation of general conclusions;

Pobedinsky V.V. – processing the experimental study results obtained, plotting;

Goldina I.I. – preparing the initial version of the manuscript, manuscript revision, literature review, editing and designing the materials.

*The authors read and approved the final manuscript.*

Статья поступила в редакцию  
Статья принята к публикации

The paper was submitted to the Editorial Office on  
The paper was accepted for publication on

21.09.2022  
30.11.2022