

Развитие эксплуатационных свойств тракторов США и СССР (России) – этапы развития

Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И.

Отрасль промышленности – тракторостроение появилась в начале двадцатого столетия в США. Многие фирмы-производители тракторов, возникшие в начале прошлого века, существуют и в настоящее время, пройдя ряд преобразований, слияний, прекращения и возобновления деятельности. Конструкция трактора за 100 лет претерпела колоссальные изменения как по мощности и конструкции двигателя, так и по устройству трансмиссии и ходовой части. По мере развития конструкции тракторов изменялась и структура парка тракторов в мировом сельском хозяйстве в т.ч. и в США. Если в 80-е годы прошлого столетия в структуре парка преобладали тракторы с мощностью двигателя менее 36,7 кВт, то к 2017 году более востребованы уже тракторы с мощностью в диапазоне 36,7-73,5 кВт. В структуре продаж также преобладают тракторы данных диапазонов. Производство тракторов оказывало прямое влияние на развитие сельского хозяйства. По-разному развивалось тракторостроение в США и СССР. Несоизмеримо производство было до 1950 года и в настоящее время. Это сказывается на парке тракторов в сельском хозяйстве, энергетических мощностях, энергообеспеченности труда. По мере развития и совершенствования конструкции трактора, улучшались и их эксплуатационные свойства. Анализ эксплуатационных свойств тракторов произведён на основе следующих показателей, характеризующих марки тракторов: масса, тяговое усилие, производительность. Расчёт и анализ развития эксплуатационных свойств произведён на примере тракторов, производимых фирмой Allis-Chalmers с 1922 года по настоящее время (в 1990 году фирма Allis-Chalmers вошла в состав корпорации AGCO – Allis-Gltaner Corporation).

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ

Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И. Развитие эксплуатационных свойств тракторов США и СССР (России) – этапы развития // Дискуссия. – 2021. – Вып. 109 – С. 6–18.

ГОСТ 7.1–2003

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Средства механизации, тракторостроение, конструкция трактора, структура парка, объёмы производства, энергообеспеченность, тяговое усилие, производительность, сельскохозяйственные машины.

JEL: F23, O33, O51, Q16, Q55

Введение

Для ведения высокоэффективного сельского хозяйства, способного удовлетворить всё более возрастающие потребности в продуктах питания, необходимы определённые средства механизации. На рубеже XIX и XX веков на смену сохе и другим простейшим орудиям по обработке почвы появился плуг (первый изготовитель – John

Deere), культиватор и сеялка (Jethro Tull). Первым энергетическим средством, используемым для обработки почвы (для вспашки), был локомотив (William Howard).

Тракторостроение, как отрасль промышленности, появилась в 1917 году, с начала массового производства тракторов на заводах Форда (США). Основные фирмы-производители трак-

DOI 10.46320/2077-7639-2021-6-109-6-18

Development of the performance characteristics of tractors in the USA and the USSR (Russia) - stages of development

Iovlev G.A., Pobedinsky V.V., Goldina I.I.

Tractor construction industry appeared at the beginning of the twentieth century in the United States. Many tractor manufacturing companies that were organised at the beginning of the last century still exist today, having passed through a series of transformations, mergers, termination and resumption of activities. The design of the tractor for 100 years has undergone tremendous changes both in terms of power and engine design, as well as in terms of transmission and running gear. As the design of tractors developed, the structure of the tractor fleet in world agriculture also changed, inclusive of the USA. If in the 80s of the last century tractors with an engine power of less than 36.7 kW prevailed in the fleet structure, then by 2017 tractors with a power in the range of 36.7-73.5 kW were already in more demand. Tractors from these ranges also dominate in the sales structure. The production of tractors had a direct impact on the development of agriculture. The tractor industry developed differently in the USA and the USSR. Production was incommensurable before 1950 and at the present time. This affects the fleet of tractors in agriculture, energy capacities, energy supply of labor. Development and improvement of the design of the tractor also improved their performance characteristics. The analysis of the performance characteristics of tractors was made on the basis of the following indicators characterizing the brands of tractors: weight, traction force, productivity. The calculation and analysis of the development of performance characteristics was carried out using the example of tractors manufactured by Allis-Chalmers from 1922 to the present (in 1990, Allis-Chalmers became part of AGCO - Allis-Gltaner Corporation).

FOR CITATION

Iovlev G.A., Pobedinsky V.V., Goldina I.I. Development of the performance characteristics of tractors in the USA and the USSR (Russia) - stages of development. *Diskussiya [Discussion]*, 109, 6–18.

APA

KEYWORDS

Means of mechanization, tractor construction, tractor design, fleet structure, production volumes, energy supply, traction force, productivity, agricultural machines.

JEL: F23, O33, O51, Q16, Q55

торов в 30-е и последующие годы: International Harvester Company, Massey Harris, Allis-Chalmers, Ferguson, Oliver, Case, Ford, Caterpillar, John Deer. Тракторы, выпускаемые в 20-30 годах прошлого столетия, имели в основном следующие характеристики: двигатели бензиновые или керосиновые мощностью от 10 до 45 л.с., двух или четырёхцилиндровые, рабочим объёмом до 8 л.; ходовая

часть – железные, реже с бандажными резиновыми кольцами, опорные колёса, с одним или двумя передними колёсами; фирма Ferguson впервые применила в конструкции трактора гидравлическую систему по управлению навесным оборудованием. Самые главные нововведения того времени – это появление резиновых шин и дизельного двигателя.

Проблема улучшения эксплуатационных свойств тракторов появилась с момента создания и начала эксплуатации трактора. Развивался научно-технический прогресс (НТП), а вместе с ним и экономические отношения, для механизации производственных процессов в сельском хозяйстве требовался трактор с более совершенными эксплуатационными свойствами. Данная проблема актуальна и в настоящее время, т.к. сельскохозяйственные тракторы разных тяговых классов, компоновочных схем выпускают многочисленные фирмы. С появлением на рынке разнообразных моделей тракторов, затрудняется правильный выбор трактора. В этом случае неоценимую помощь производителям оказывают исследования отечественных и зарубежных учёных [1]. Цель данной статьи – исследовать развитие эксплуатационных свойств тракторов на примере тракторов производства фирмы Allis-Chalmers.

Материал и методы исследования. Исследование выполнено с использованием нормативного, статистического, экспертных оценок, программно-целевого, экономико-математических методов. Исследование проведено на материалах отечественных учёных в том числе и авторов [2], [3], [4], зарубежных исследователей [5], [6], [7].

Результаты исследования (Results). За 100 лет конструкция трактора претерпела колоссальные изменения, развитие конструкции тракторов шло по следующим направлениям:

Двигатели оборудуются электронной системой управления, которая регулирует максимальную мощность в зависимости от тягового сопротивления рабочей машины через:

- регулирование турбонаддува с охлаждением наддувочного воздуха;
- 4-х клапанную систему газораспределения;

– систему впрыска высокого давления Common Rail с электронным управлением.

Трансмиссия оборудуется гидромеханическими коробками передач (до 40 передач вперед и 40 назад), для тракторов высоких тяговых классов используется шарнирно-сочлененная схема, используются передние ведущие мосты с независимой подвеской.

Используются следующие системы управления трактором: Grin Star, Active Command Steering, Auto Trac, JDLink и др.

Фирмы-производители тракторов за это время также претерпели серьёзные преобразования, кто-то прекратил своё существование, кто-то упрочил своё положение, кто-то прошёл через серию объединений, поглощений, преобразований. Основные фирмы-производители, выпускающие сельскохозяйственную технику в настоящее время представлены в табл. 1

Изменилась и структура парка тракторов. Данные по изменению парка тракторов в США с 1987 года по 2017 год представлены в табл. 2 [8].

При анализе табл. 2 видно, что в диапазоне мощности двигателя до 73,5 кВт (100 л.с.) в структуре парка снижение за 30 лет составило 13,2%, т.е. с 79% в 1987 году до 68,6% в 2017 году, но произошло перераспределение между диапазонами «36,7<» и «36,7-73,5». Так доля тракторов в диапазоне «36,7<» снизилась в 7,5 раз, т.е. с 43,6% до 5,8%, а в диапазоне «36,7-73,5» увеличилась в 1,8 раза, т.е. с 35,4% до 62,8% в 2017 году. В диапазонах от «73,5-110,3» до «>147,1» (от «100-150» до «>200») увеличение составило 49,5%, или с 21% в 1987 году до 31,4% в 2017 году, при практически равном увеличении доли тракторов.

Определённый интерес представляет структура, продаваемых тракторов по мощности, представленная на рис. 1, и которая влияет на структуру парка тракторов в сельском хозяйстве [9], [10].

Таблица 1

Фирмы-производители сельскохозяйственной техники

| Название фирмы | Местоположение штаб-квартиры | Марки, модели с/х техники | Виды с/х техники |
|----------------------------------|------------------------------|--|--|
| Deere & Company | США | John Deer | Тракторы, зерноуборочные комбайны и другую с/х технику |
| CNH Industrial | Италия | Case, New Holland, Steyr | Тракторы, зерноуборочные комбайны, пресс-подборщики |
| AGCO (Allis-Gleaner Corporation) | США | Fendt, Massey Ferguson, Valtra, Challenger | Тракторы, зерноуборочные комбайны и другую с/х технику |
| Claas | Германия | Claas | Тракторы, зерноуборочные комбайны |
| SDF (Same-Deutz-Fahr) | Италия | Same, Lamborghini, Deutz-Fahr, Hurlimann | Тракторы, зерноуборочные комбайны и другую с/х технику |

Таблица 2

Структура парка тракторов в сельском хозяйстве США

| Годы, % | Диапазоны мощности, кВт | | | | |
|---------|-------------------------|-----------|------------|-------------|---------|
| | 36,7 < | 36,7-73,5 | 73,5-110,3 | 110,3-147,1 | > 147,1 |
| 1987 | 43,6 | 35,4 | 16,6 | 3,1 | 1,3 |
| 1992 | 42,2 | 36,1 | 17,2 | 3,2 | 1,3 |
| 1997 | 41,6 | 38,1 | 16,1 | 3,0 | 1,2 |
| 2002 | 38,4 | 37,5 | 19,1 | 3,5 | 1,5 |
| 2007 | 36,6 | 38,0 | 20,2 | 3,7 | 1,5 |
| 2012 | 21,2 | 50,4 | 22,5 | 4,1 | 1,8 |
| 2017 | 5,8 | 62,8 | 24,9 | 4,6 | 1,9 |

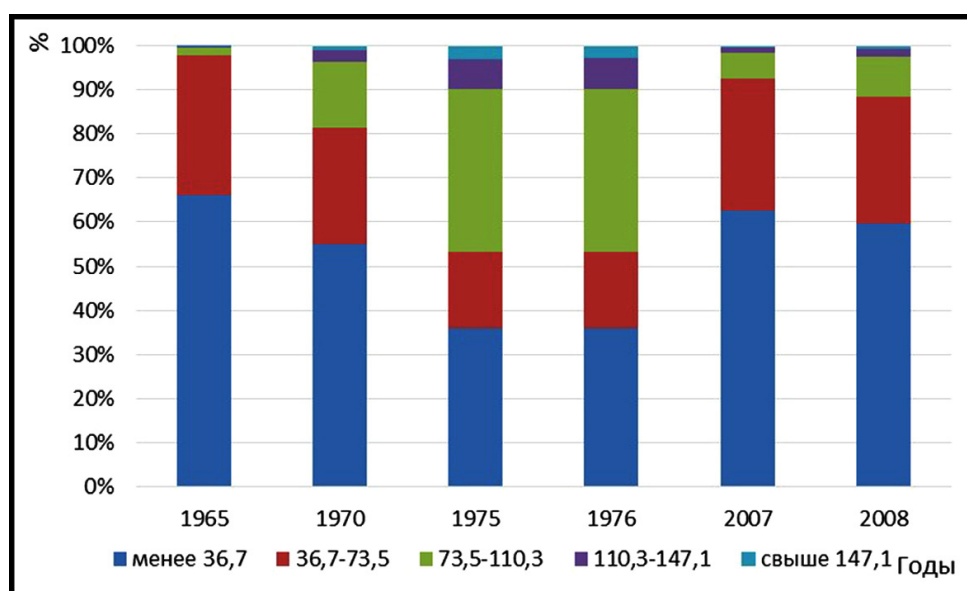


Рисунок 1. Структура продаж тракторов в США.

Из информации, представленной на рис. 1 видно, что в 1965-1970 годах основная доля продаваемых тракторов была в диапазоне менее 36,7 кВт, в 1975-76 годах приоритет сместился в сторону тракторов мощностью 73,5-110,3 кВт, значительная доля продаж в эти годы была и у тракторов с мощностью двигателя 110,3-147,1 кВт. В 2007-2008 годах опять доминировали тракторы с мощностью двигателя менее 36,7 кВт, но вместе с тракторами мощностью 36,7-73,5 кВт составляли порядка 88-93% от общего объема продаж. Значительная доля продаж тракторов с мощностью двигателя менее 36,7 кВт говорит о том, что тракторы данного класса нашли широкое применение в отрасли сельского хозяйства США для механизации практически всех производственных процессов как в растениеводстве, так и в животноводстве.

Развитие тракторостроения напрямую оказывало влияние на развитие не только сельского хозяйства, но и всей экономики государств. Данные по развитию тракторостроения, сельского хозяйства представим в табл. 3 [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19], [20].

Из данных, представленных в табл. 3 видно, что пик производства тракторов в США достиг к 1950 году, к 1960 году произошло резкое снижение производства до 204 тыс. шт., т.е. практически в 3 раза, следующее значительное снижение производства тракторов произошло в 1990 году до 106 тыс. шт. В СССР пик производства был в 1980 году, к 1990 году объемы производства были сохранены (снижение составило 11%). К 2000 году в России от объемов производства 1990 года осталось всего 3,9% и к 2020 году объемы произ-

Таблица 3

Показатели, характеризующие тракторное машиностроение и его влияние на развитие экономики СССР (России) и США

| Годы, показатели, государства | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 | 2020 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Производство тракторов, тыс. шт. | | | | | | | | | | |
| США | 487,8 | 273,1 | 619,8 | 204 | 221 | 268,5 | 106 | н/д | н/д | н/д |
| СССР, РФ | 12,0 | 31,6 | 116,7 | 238,5 | 458,5 | 555 | 494 | 19,2 | 7,6 | 7,1 |
| Парк тракторов в сельском хозяйстве, тыс. шт. | | | | | | | | | | |
| США | 937,5 | 1589 | 3407 | 4641 | 5270 | 4726 | 4427 | 4504 | 4390 | 4802 |
| СССР, РФ | 72,1 | 331 | 595 | 1122 | 2000 | 2580 | 2609 | 747 | 514,8 | 203,6 |
| Энергетические мощности сельского хозяйства, млн. кВт | | | | | | | | | | |
| США* | 14,0 | 27,3 | 59,14 | 113,0 | 170,7 | 193,3 | 266,7 | 318,2 | 319,6 | 445,7 |
| СССР, РФ | 15,7 | 34,9 | 45,8 | 114,5 | 236,9 | 445,0 | 537,2 | 176,5 | 80,6 | 66,05 |
| Посевные площади сельскохозяйственных культур, млн. га | | | | | | | | | | |
| США | 201,7 | 198,9 | 194,7 | 190,4 | 188,3 | 188,7 | 185,7 | 175,4 | 157,7 | 157,7 |
| СССР, РФ | 113 | 150,6 | 146,3 | 203 | 206,7 | 217,3 | 208 | 119,7 | 75,2 | 79,9 |
| Энергообеспеченность труда в сельском хозяйстве, кВт/100 га | | | | | | | | | | |
| США | 6,94 | 13,7 | 30,4 | 59,3 | 90,6 | 102,4 | 143,6 | 181,4 | 202,7 | 282,6 |
| СССР, РФ | 14,0 | 23,5 | 34,6 | 54,4 | 108,9 | 191,2 | 234,9 | 242,0 | 167,0 | 111,1 |

*Показатель для США рассчитан:

- для 1930 года на основании данных по объёмам производства и мощности двигателя следующих тракторов: Allis-Chalmers 10/18, Allis-Chalmers U, Allis-Chalmers K, Allis-Chalmers B, Fordson N, John Deer GP;
- для 1940 года на основании данных по объёмам производства и мощности двигателя следующих тракторов: Allis-Chalmers U, Allis-Chalmers K, Allis-Chalmers RC, Allis-Chalmers C, Chalmers WC, John Deer B;
- для 1950 года на основании данных по объёмам производства и мощности двигателя следующих тракторов: Allis-Chalmers C, John Deer B, Allis-Chalmers G, Allis-Chalmers WD, Allis-Chalmers WF.

водства составили 7,1 тыс. шт. или 37% от объёмов производства 2000 года.

Объёмы производства тракторов в СССР до 1950 года несоизмеримы с США в силу объективных причин: революция и гражданская война, затем Великая отечественная война, после этого восстановление народного хозяйства. К 1960 году СССР вышел на установившиеся объёмы производства тракторов в США и с 1970 года превосходил их. Всё это позволило сформировать мощный парк тракторов в США к 1970 году (5270 тыс. шт.), в СССР к 1990 году – 2609 тыс. шт. Увеличивались также энергетические мощности сельского хозяйства: США в 32 раза, в СССР к 1990 году в 34 раза и затем резкое снижение в РФ до 66 млн. кВт к 2020 году.

Посевные площади в США к 2000 году сократились на 13%, в последнее десятилетие они остаются на одном уровне. В СССР, а затем и России посевные площади к 1990 году увеличились практически в 2 раза, затем в результате развала Советского Союза в России осталось 119,7 тыс. га, к 2020 году посевных площадей в РФ осталось 79,9 тыс. га.

Энергообеспеченность труда в сельском хозяйстве США увеличилась с 1930 года по настоящее время в 40 с лишним раз. В СССР и России к 2000 году энергообеспеченность увеличилась в 17 раз, но к 2020 году снизилась в 2,2 раза по сравнению с 2000 годом.

Вместе с изменением объёмов производства тракторов, парков тракторов изменялись и эксплуатационные свойства тракторов. Далее представим расчёт эксплуатационных свойств тракторов, выпускаемых в США в различные годы.




Характеристику эксплуатационных свойств тракторов, выпускаемых с 1922 года по 1942 год, представим в табл. 4.

Для расчёта производительности агрегатов принимаем следующие исходные данные: удельное сопротивление при вспашке – 40 кН/м², глубина обработки – 22 см. Тяговое сопротивление одного корпуса рассчитываем по формуле: $R = kab$, где k – удельное сопротивление при вспашке, a – ширина захвата корпуса, b – глубина вспашки, m .

$$R = 40 \times 0,35 \times 0,22 = 3,08 \text{ кН.}$$

Таблица 4

Эксплуатационные характеристики тракторов

| Марка трактора | Масса, кН | Тяговое усилие, кН № передачи | | | Производительность агрегата, га/ч | | |
|---|-----------|----------------------------------|------|-----|-----------------------------------|------|------|
| | | I | II | III | I | II | III |
|  Allis-Chalmers 20/35 | 29,53 | 11,0 | 9,04 | | 0,24 | 0,19 | |
|  Allis-Chalmers 25/40 E | 31,14 | 11,6 | 8,92 | | 0,25 | 0,22 | |
|  Allis-Chalmers A | 31,91 | 11,9 | 9,35 | 6,8 | | 0,38 | 0,34 |

При данных условиях тракторы Allis-Chalmers 20/35 и Allis-Chalmers 25/40 E могут работать с тремя корпусами на 1-й передаче, с двумя корпусами на второй передаче, Allis-Chalmers A – на первой и второй передаче с тремя корпусами, на 3-й передаче с двумя корпусами.

Часовую производительность определим по формуле:

$$W_{\text{ч}} = eB_p V_p = e \xi_B \xi_v \tau B_a V_T \quad (1)$$

где e – коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата: если скорость выражена в км/ч – $e = 0,1$.

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м; $B_p = \xi_B B_a$, где ξ_B – коэффициент использования ширины захвата учитывает отличие рабочей ширины захвата от конструктивной: $\xi_B = \frac{B_p}{B_a}$. При вспашке $\xi_B = 1-1,1$.

V_p – рабочая скорость движения агрегата; $V_p = \xi_v V_T$, где ξ_v – коэффициент использования скорости: $\xi_v = \frac{V_p}{V_T}$. $v = 0,77$;

τ – коэффициент использования времени смены: $\tau = \frac{T_p}{T_{\text{см}}}$. При хорошей организации труда и нормальных условиях эксплуатации $\tau = 0,7-0,8$.

Для трактора Allis-Chalmers 20/35.

$$W_{\text{ч}}^I = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 3,7 = 0,24 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 4,5 = 0,19 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers 25/40 E.

$$W_{\text{ч}}^I = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 4 = 0,25 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 5,2 = 0,22 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers A.

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 6 = 0,38 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 8 = 0,34 \text{ га/ч}$$

Трактор Allis-Chalmers 20/35 выпускался с 1922 года по 1930 год, всего было выпущено 24185 шт., трактор Allis-Chalmers 25/40 E с 1930 по 1936 год, всего выпущено 25611 шт., трактор Allis-Chalmers A с 1936 по 1942 год, всего выпущено 26925 шт.

В эти годы происходило развитие трактора (появились резиновые шины), улучшались эксплуатационные свойства. Производительность на вспашке у тракторов Allis-Chalmers 20/35 и Allis-Chalmers 25/40 E была практически одинакова, но расход топлива снизился от 10 до 20%, производительность у Allis-Chalmers A была выше в 1,5 раза.

Следующим этапом развития тракторостроения в США рассмотрим период с 1950 года

по 1970 год. Характеристики эксплуатационных свойств тракторов, выпускаемых в эти годы, представлены в табл. 5

При условиях, приведённых выше, данные тракторы могут работать с плугами, имеющими от 2-х до 5-ти корпусов.

Для трактора Allis-Chalmers D19.

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 4,7 = 0,3 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 5 = 0,32 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 6,6 = 0,42 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 7,6 = 0,32 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 10,1 = 0,43 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers 190 XT.

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 4,3 = 0,36 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 5,5 = 0,35 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 6,9 = 0,44 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 8 = 0,51 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 10,1 = 0,43 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers D21 I.

$$W_{\text{ч}}^I = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,75 \times 2,6 = 0,28 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 5,5 = 0,47 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 9,3 = 0,39 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,75 \times 3,9 = 0,41 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 7,1 = 0,45 \text{ га/ч}$$

Тракторы, представленные в данной группе, наглядно демонстрируют как влияет изменение конструкции на эксплуатационные свойства. У трактора Allis-Chalmers D19 номинальное тяговое усилие меньше, чем у трактора Allis-Chalmers

А из предыдущей группы, но за счёт изменения конструкции коробки перемены передач (КПП) производительность выше на 13,2%, и наоборот у трактора Allis-Chalmers D21 I номинальное тяговое усилие больше, чем у трактора Allis-Chalmers 190 XT, но за счёт конструкции КПП, производительность выше у последнего на 8,5%.

Дальнейшим этапом тракторного машиностроения обозначим период с 1980 года по 1990 год. Эксплуатационные характеристики тракторов представим в табл. 6.

При выше определённых условиях, представленные тракторы могут работать на вспашке с плугами с четырьмя и более корпусами.

Для трактора Allis-Chalmers 6070.

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 4,5 = 0,38 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 5,8 = 0,37 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 7,4 = 0,47 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 9,2 = 0,59 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers 175.

$$W_{\text{ч}}^{II} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 4,7 = 0,4 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 5,8 = 0,37 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 8,2 = 0,52 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 7,1 = 0,45 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 10,1 = 0,43 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers 7000.

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,75 \times 4,8 = 0,51 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 6,3 = 0,53 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 8 = 0,68 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,4 \times 8,5 = 0,72 \text{ га/ч}$$

Таблица 5

Эксплуатационные характеристики тракторов




| № передачи | Марка тракторов | | | | | |
|------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|
| | Allis-Chalmers D19 | | Allis-Chalmers 190XT | | Allis-Chalmers D21 I | |
| |  | |  | |  | |
| | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч |
| 1 | 11,35 | | 12,96 | | 15,76 | 0,28 |
| 2 | 11,35 | 0,3 | 12,96 | 0,36 | 13,8 | 0,47 |
| 3 | 11,1 | 0,32 | 11,8 | 0,35 | 9,0 | 0,39 |
| 4 | 9,6 | 0,42 | 10,5 | 0,44 | 4,2 | транспортная |
| 5 | 8,7 | 0,32 | 9,4 | 0,51 | 15,76 | 0,41 |
| 6 | 6,49 | 0,43 | 7,41 | 0,43 | 11,7 | 0,45 |

Таблица 6

Эксплуатационные характеристики тракторов

| № пере- да- чи | Марка тракторов | | | | | |
|----------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|
| | Allis-Chalmers 6070 | | Allis-Chalmers 175 | | Allis-Chalmers 7000 | |
| |  | |  | |  | |
| | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч |
| 1 | 12,7 | | 13,0 | | 15,7 | |
| 2 | 12,7 | | 13,0 | 0,4 | 15,7 | |
| 3 | 12,7 | | 11,9 | 0,37 | 15,7 | 0,51 |
| 4 | 12,7 | | 9,38 | 0,52 | 14,5 | 0,53 |
| 5 | 12,7 | 0,38 | 10,5 | 0,45 | 13,2 | 0,68 |
| 6 | 11,9 | 0,37 | 7,42 | 0,43 | 12,8 | 0,72 |
| 7 | 10,8 | 0,47 | | | 11,7 | 0,64 |
| 8 | 9,7 | | | | 11,1 | 0,69 |
| 9 | 7,26 | | | | 8,97 | 0,57 |

$$W_{\text{ч}}^{VII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 10 = 0,64 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 1,05 \times 10,8 = 0,69 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IX} = 0,1 \times 1,05 \times 0,77 \times 0,75 \times 0,7 \times 13,5 = 0,57 \text{ га/ч}$$

В результате совершенствования конструкции трактора, улучшались эксплуатационные свойства. В данной группе производительность трактора Allis-Chalmers 175 выше чем у трактора Allis-Chalmers 6070 на 10,6%, а у Allis-Chalmers 7000 по сравнению с Allis-Chalmers 175 ещё на 38,5%. В целом эксплуатационные свойства тракторов, представленных в данной группе,




а выпущено их было около 19 тыс. шт., выше чем у тракторов, представленных в предыдущей группе на 23%.

Отдельно рассмотрим развитие эксплуатационных свойств у гусеничных тракторов за 1940-1970 годы. Эксплуатационные характеристики тракторов представим в табл. 7.

Сельскохозяйственные гусеничные тракторы: Allis-Chalmers HD 10W выпускался 1940 по 1950 год, всего было выпущено 10198 шт.; Allis-Chalmers HD 15 с 1951 по 1955 год, выпущено 3909 шт; Allis-Chalmers HD 16A 1955-1970 годы, выпущено 9565 шт. При выше определённых условиях, представлен-

Таблица 7

Эксплуатационные характеристики тракторов

| № пере- да- чи | Марка тракторов | | | | | |
|----------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|
| | Allis-Chalmers HD 10W | | Allis-Chalmers HD 15 | | Allis-Chalmers HD 16A | |
| |  | |  | |  | |
| | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч |
| 1 | 45,6 | | 64,0 | | 68,6 | |
| 2 | 45,6 | | 64,0 | | 68,6 | |
| 3 | 45,6 | 1,38 | 64,0 | 2,2 | 68,6 | 2,42 |
| 4 | 39,1 | 1,67 | 53,0 | 2,45 | 56,8 | 2,59 |
| 5 | 34,4 | 1,86 | 49,4 | 2,63 | 52,9 | 2,8 |
| 6 | 26,1 | 1,77 | 36,6 | 2,34 | 39,2 | 2,55 |

ные тракторы могут работать на вспашке с многокорпусными плугами.

Для трактора Allis-Chalmers HD 10W.

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 4,9 \times 4,3 = 1,38 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 4,2 \times 6,1 = 1,67 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 3,85 \times 7,4 = 1,86 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 2,8 \times 9,7 = 1,77 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers HD 15.

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 7 \times 4,8 = 2,2 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 5,95 \times 6,3 = 2,45 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 5,6 \times 7,2 = 2,63 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 3,85 \times 9,3 = 2,34 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers HD 16A.

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 7,7 \times 4,8 = 2,42 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 6,3 \times 6,3 = 2,59 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 5,95 \times 7,2 = 2,8 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,83 \times 0,75 \times 4,2 \times 9,3 = 2,55 \text{ га/ч}$$

Из данных, представленных в табл. 7, видно, что к концу 50-х годов прошлого века, эксплуатационные свойства трактора Allis-Chalmers

HD 15 (производительность пахотного агрегата) по сравнению с Allis-Chalmers HD 10W увеличилась на 41,4%, к 70-м годам производительность трактора Allis-Chalmers HD 16A по сравнению с Allis-Chalmers HD 15 увеличилась на 6,5%.

Последним этапом рассмотрим эксплуатационные свойства тракторов Allis-Chalmers выпуска 80-х годов XX века, ставшими последними моделями фирмы. Тракторы данной марки стали выходить под маркой Deutz-Allis, а с 1990 года фирма вошла в состав AGCO – Allis-Gltaner Corporation. Третьим трактором для сравнительного анализа возьмём современный трактор Massey Ferguson 7622, выпускаемый в настоящее время корпорацией AGCO.

Эксплуатационные характеристики тракторов представим в табл. 8.

Для трактора Allis-Chalmers 8050

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 5,5 = 0,98 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 6,8 = 1,21 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 7,6 = 1,36 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 9,3 = 1,45 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 8,4 = 1,31 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,1 \times 10,5 = 1,41 \text{ га/ч}$$

Таблица 8

Эксплуатационные характеристики тракторов

| № передачи | Марка тракторов | | | | | |
|------------|---------------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| | Allis-Chalmers 8050 | | Allis-Chalmers 8070 | | Massey Ferguson 7622 | |
| | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч | Тяговое усилие, кН | Производительность, га/ч |
| 1 | 27,6 | | 29,7 | | 32,3 | |
| 2 | 27,6 | | 29,7 | | 32,3 | |
| 3 | 27,6 | 0,98 | 29,7 | 0,94 | 32,3 | |
| 4 | 25,8 | 1,21 | 28,3 | 1,16 | 32,3 | |
| 5 | 24,7 | 1,36 | 26,8 | 1,23 | 32,3 | |
| 6 | 22,3 | 1,45 | 25,4 | 1,43 | 32,3 | 0,91 |
| 7 | 23,6 | 1,31 | 26,5 | 1,29 | 31,7 | 1,03 |
| 8 | 20,7 | 1,41 | 24,1 | 1,41 | 30,5 | 1,1 |
| 9 | 19,4 | 1,53 | 22,2 | 1,64 | 29,6 | 1,25 |
| 10 | 15,8 | 1,56 | 18,9 | 1,74 | 28,2 | 1,51 |
| 11 | 26,8 | 1,09 | 28,9 | 1,06 | 26,6 | 1,55 |
| 12 | 24,7 | 1,36 | 27,5 | 1,14 | 24,2 | 1,64 |
| 13 | 18,3 | 1,36 | 23,1 | 1,53 | 26,3 | 1,59 |
| 14 | | | 20,1 | 1,62 | 23,9 | 1,69 |
| 15 | | | 17,0 | 1,62 | 21,6 | 1,98 |

$$W_{\text{ч}}^{IX} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,1 \times 11,4 = 1,53 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^X = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 1,75 \times 14 = 1,56 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 6,1 = 1,09 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 7,6 = 1,36 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 1,75 \times 12,2 = 1,36 \text{ га/ч}$$

Для трактора Allis-Chalmers 8070

$$W_{\text{ч}}^{III} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 4,7 = 0,94 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 5,8 = 1,16 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^V = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 6,9 = 1,23 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 8 = 1,43 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 7,2 = 1,29 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 9 = 1,41 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IX} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 10,5 = 1,64 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^X = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,1 \times 13 = 1,74 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 5,3 = 1,06 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 6,4 = 1,14 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 9,8 = 1,53 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XIV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,1 \times 12,1 = 1,62 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 1,75 \times 14,5 = 1,62 \text{ га/ч}$$

Для трактора Massey Ferguson 7622.

$$W_{\text{ч}}^{VI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,5 \times 4,1 = 0,91 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,5 \times 4,6 = 1,03 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{VIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 5,5 = 1,1 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{IX} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 6,2 = 1,25 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^X = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 3,15 \times 7,5 = 1,51 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XI} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 8,7 = 1,55 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 10,5 = 1,64 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XIII} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,8 \times 8,9 = 1,59 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XIV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 10,8 = 1,69 \text{ га/ч}$$

$$W_{\text{ч}}^{XV} = 0,1 \times 1,05 \times 0,81 \times 0,75 \times 2,45 \times 12,7 = 1,98 \text{ га/ч}$$

На тракторах данной группы особенно проявляются эксплуатационные свойства, улучшенные за счёт изменения КПП. Так при номинальном тяговом усилии трактора Allis-Chalmers 8070, превышающим номинальное тяговое усилие трактора Allis-Chalmers 8050 на 7,6%, производительность до 8-й передачи уступает производительности трактора Allis-Chalmers 8050, и только с 9-й передачи производительность трактора Allis-Chalmers 8070 превышает производительность Allis-Chalmers 8050. В результате производительность трактора Allis-Chalmers 8070 превышает производительность Allis-Chalmers 8050 на 11,5%.

Современный трактор Massey Ferguson 7622 (MF 7622) имеет КПП с 4-мя диапазонами, по 6 передач каждый, имеет диапазон пониженных передач (1,8-4,1 км/ч, набор рабочих скоростей (4,1-15,2 км/ч), транспортные скорости (17,9-35,8 км/ч), в результате производительность на вспашке трактора MF 7622 выше производительности Allis-Chalmers 8070 на 13,8%. Расчёты эксплуатационных свойств тракторов произведены с использованием данных по конструкции тракторов Allis-Chalmers и Massey Ferguson [21], [22].

Обсуждение. Вопросами развития эксплуатационных свойств тракторов занимаются многие исследователи, рассмотрим наиболее характерные, отвечающие теме нашего исследования. Автор Журавлёв С.Ю. в своём исследовании «Улучшение эксплуатационных свойств колёсных 4К4 сельскохозяйственных тракторов» [23] делает вывод о том, что одним из эффективных методов обеспечения оптимальных значений параметров тяговой характеристики трактора – это выбор наиболее рациональной величины эксплуатационной массы трактора через установку сдвоенных колёс. Установка сдвоенных колёс позволит увеличить расчётный тяговый КПД трактора на 7 % по причине снижения значений коэффициентов буксования и сопротивления перекачиванию трактора.

Авторы Ревенко В.Ю., Русанов А.В., Крюковская Н.С. в своей работе «Эксплуатационные исследования изменения тягово-энергетических показателей тракторов при использовании сдвоенных шин» [24] наоборот отмечают, что установка дополнительных шин позволила незначительно расширить диапазон тяговых усилий, развиваемых трактором, с 38,5 до 42 кН (передачи II1 и II2 – примечание авторов) на стерне озимого ячменя, на поле, подготовленном под посев, установка сдвоенных шин улучшения тяговых и топливно-экономических показателей практически не дала, но удельный расход топлива сократился на 2,5-6,5%. Исследования проведены на тракторах Т-150К и МТЗ-80.

Кутьков Г.М. в своём исследовании «Развитие технической концепции трактора» [25] отмечает, что техника развивается в направлении снижения материалоемкости и габаритных размеров машины. Автор отмечает, что «со времени возникновения трактора..., снижение материалоемкости и повышение энергонасыщенности использовалось для увеличения его скорости. Вследствие этого повышались технологические свойства трактора и производительность МТА. При достижении предельной, по агротехническим условиям скорости

движения МТА, и дальнейшем ...повышении энергонасыщенности, возникающий «избыток» мощности двигателя стали использовать для повышения силы тяги трактора, а не скорости». Этим автор объясняет необходимость «балластирования трактора». Автор делает вывод, что «большинство выпускаемых тракторов обладают повышенной энергонасыщенностью и потенциальными возможностями повышения технологических свойств, ...». Кутюков Г.М. анализирует развитие концепции трактора: от трактора-тягача, через трактор тягово-энергетической концепции к трактору энергетической концепции. Автор также приводит результаты исследований материалоемкости и балластирования современных тракторов. Этот анализ говорит о том, что тракторы, выпускаемые ведущими зарубежными, в т.ч. и американскими, фирмами имеют вес балластного груза от 50% до 83% веса трактора. Автор также выводит значение энергонасыщенности, при котором применение балласта исчерпывает свои возможности и становится нерациональным. Очень важное, на наш взгляд, заключение и вывод автор делает о возможности сокращения разномарочности тракторов через применение балластных грузов. При высокой энергонасыщенности через балластные грузы можно регулировать тяговые усилия трактора.

Авторы Окунев Г.А., Кузнецов Н.А. в статье «Аспекты развития типажа тракторов и тенденции технического переоснащения производственных формирований различного типа» [26] обосновывают предпочтительное использование гусеничного трактора, по сравнению с равным по тяговому классу колёсным трактором, т.к. «увеличение параметров тракторов ... сопровождается ростом негативного воздействия движителей на почву ...». Медведев М.С., Юферев С.С. в статье «К вопросу о возможности использования гусеничных тракторов с треугольным гусеничным обводом в агропромышленном комплексе» [27] утверждают, что «текущее сокращение парка гусеничных тракторов общего назначения обусловлено ... недостаточным обоснованием режима их использования». Авторы утверждают, что «... использование гусеничных тракторов с ТГО позволяет повысить на 10% техническую производительность и снизить до 15% приведенные эксплуатационные затраты ...» и делают вывод «... без использования гусеничных тракторов невозможно обойтись в агропромышленном комплексе».

По мере развития конструкции и эксплуатационных свойств тракторов, развивалось и производство основных видов сельскохозяйственных

машин. Производством сельхозмашин занимаются практически все ведущие производители техники, имеющие мировое признание такие как CNH Industrial, Deere & Company, AGCO и др. Объёмы производства плугов составляют около 35%, сеялок 15-16% от производства тракторов в США.

Выводы

По мере развития сельскохозяйственного производства, развивалось и производство основных видов сельскохозяйственной техники. По мере увеличения объёмов производства, повышались эксплуатационные свойства, улучшались технико-экономические показатели двигателей внутреннего сгорания, стали применяться альтернативные виды топлива, для оптимизации удельного давления на почву стали использовать спаренные колёса, другие типы движителей в результате улучшились тяговые свойства, уменьшился удельный расход топлива. В результате парк тракторов стали более производительными, повысилась энергообеспеченность, энерговооружённость производства. Результаты развития эксплуатационных свойств тракторов представим на рис. 2.

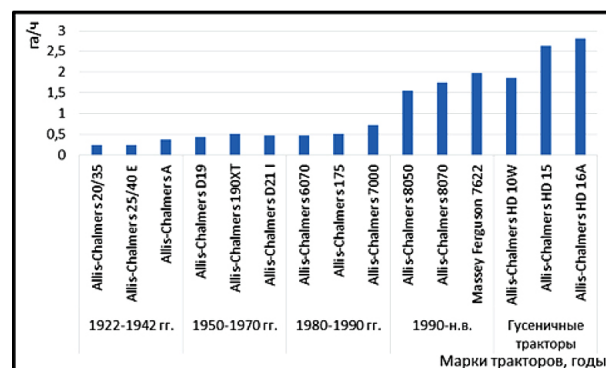


Рисунок 2. Эксплуатационные свойства (производительность) тракторов в различные годы производства.

Из результатов, представленных на рис. 2 и материалов исследования можно сделать заключение о том, что у колёсных тракторов за исследуемый период времени, эксплуатационные свойства увеличились в 8,25 раза, у гусеничных тракторов с 1940 года по 1970 год в 1,5 раза. Это всё позволяет поддерживать энергообеспеченность сельскохозяйственного производства на уровне 282,6 кВт/100 га. В России данный показатель – 111,1 кВт/100 га, что меньше соответствующего показателя в США в 2,5 раза. В результате урожайность зерновых в США – 77,1 ц/га, в России – 46,5 ц/га, в разрезе культур: колосовые зерновые – 35,4 и 26,8 ц/га; рис – 86,2 и 57,6 ц/га; кукуруза – 109,6 и 55,1 ц/га соответственно.

Список литературы

1. *Оценка эксплуатационных свойств зарубежных сельскохозяйственных тракторов: рекомендации для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по механическому, технологическому и конструкторскому специальностям, специалистам инженерно-технических служб эксплуатационных предприятий (предприятий АПК) / Г.А. Иовлев, А.Г. Несговоров, В.С. Зорков, И.И. Голдина, Л.Н. Пильников.* Екатеринбург: издательство Уральского ГАУ, 2020. 192 с.
2. *Иовлев Г.А.* Реализация эксплуатационных свойств зарубежными сельскохозяйственными тракторами // Теория и практика мировой науки. 2019. № 6. С. 16-22.
3. *Иовлев Г.А., Голдина И.И.* Зарубежные сельскохозяйственные тракторы и их эксплуатационные свойства // Вестник Ижевской государственной академии. 2020. № 2 (62). С. 48-56.
4. *Голдина И.И., Иовлев Г.А., Побединский В.В.* История развития двигателя, автомобилестроения, сельхозмашиностроения (тракторостроения) в России // История науки и техники. 2021. № 5. С.3-17.
5. *Jugovic M.* Analysis of trends in development and dependence of some basic parameters of tractors / M. Jugovic, M. Simikic, M. Zoranovic, R. Koprivica // Tractors and drive machines. 2016. Т. 21. № 2/3. Р. 11-18.
6. *Volpato C. E. S.* Analysis of effective power and reduced, rotational force, specific and hourly consumption of fuel, efficiency term-mechanics and volumetric for an agricultural tractor fed with fossil diesel and two types of biofuels // American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting. 2013. Vol. 5. DOI: <http://dx.doi.org/10.13031/aim.20131619419>.
7. *Moessmer A.* Die Traktor – Technikgeschichte Gluchcopf, Allrad und Elektronik – Hirn / A. Moessmer // GeraMond. 2011. 144 p
8. *Драгайцев В.И.* Техническая оснащённость сельского хозяйства России, США, Канады и Германии // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. № 1. С. 21-26.
9. *Сельскохозяйственная техника, тракторы. США.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.economicdata.ru/country.php?menu=america-country&cu_id=1&cu_ticker=USA&country_show=statistics&ticker=USA.AG.AGR.TRAC.NO (дата обращения: 15.11.2021).
10. *Сверхмощные тракторы.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ga-avto.ru/mownyetraktora/2.html> (дата обращения: 15.11.2021).
11. *История американских тракторов Allis-Chalmers.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://carakoom.com/blog/istoriya-amerikanskih-tractorov-allischalmers> (дата обращения: 15.11.2021).
12. *Трактор Ford N-series - Ford N-series tractor.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://wiki2.wiki/wiki/Ford_N-series_tractor (дата обращения: 16.11.2021).
13. *СССР - США: некоторые сравнительные показатели развития.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://su90.ru/suusa.html> (дата обращения: 16.11.2021).
14. *Тракторостроение.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bash-m-ak.livejournal.com/8438.html> (дата обращения: 15.11.2021).
15. *10 стран-лидеров по количеству колесных и гусеничных тракторов.* 2019 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fishki.net/photo/3300546-v-kavoj-strane-bolyshe-v-sego-tractorov.html> (дата обращения: 15.11.2021).
16. *Сравнительный статистический анализ обеспеченности СССР, России и США сельскохозяйственной техникой.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://aftershock.news/?q=node/773833&page=1> (дата обращения: 15.11.2021).
17. *Пахотные земли (га) (1961 - 2018).* США [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.economicdata.ru/country.php?menu=america-country&cu_id=1&cu_ticker=USA&country_show=statistics&ticker=USA.AG.LND.ARBL.HA (дата обращения: 22.11.2021).
18. *Минат В.Н.* Вековая динамика структуры землепользования в США // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. 2020. Т. 22. № 2. С. 220-231.
19. *Сельское хозяйство СССР и стран мира.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://su90.ru/sxsu.pdf> (дата обращения: 23.11.2021).
20. *Тенденции развития конструкций современных тракторов и комбайнов.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://vuzdoc.ru/94452/ekonomika/tendentsii_razvitiya_konstruktsiy_sovremennyh_tractorov_kombaynov (дата обращения: 23.11.2021).
21. *Allis Chalmers farm tractors by model.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tractordata.com/farm-tractors/tractor-brands/allischalmers/allischalmers-tractors.html> (дата обращения: 27.11.2011).
22. *Massey Ferguson 7622.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tractordata.com/farm-tractors/007/4/4/7444-massey-ferguson-7622.html> (дата обращения: 28.11.2021).
23. *Журавлёв С.Ю.* Улучшение эксплуатационных свойств колёсных 4К4 сельскохозяйственных тракторов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 4 (84). С. 127-132.
24. *Ревенко В.Ю., Русанов А.В., Крюковская Н.С.* Эксплуатационные исследования изменения тягово-энергетических показателей тракторов при использовании двоярных шин // Агротехника и энергообеспечение. 2019. № 4 (25). С. 53-60.
25. *Кутьков Г.М.* Развитие технической концепции трактора // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 1. С. 27-35.
26. *Окунев Г.А., Кузнецов Н.А.* Аспекты развития типажа тракторов и тенденции технического переоснащения производственных формирований различного типа // Известия МГТУ МАМИ. 2017. № 1 (31). С. 16-22.
27. *Медведев М.С., Юферев С.С.* К вопросу о возможности использования гусеничных тракторов с треугольным гусеничным обводом в агропромышленном комплексе // Эпоха науки. 2021. № 27. С. 27-31.

References

1. Evaluation of the operational properties of foreign agricultural tractors: recommendations for students and postgraduates of higher educational institutions studying mechanical, technological and design specialties, specialists of engineering and technical services of operational enterprises (agribusiness enterprises) / G.A. Iovlev, A.G. Nesgovorov, V.S. Zorkov, I.I. Goldina, L.N. Pilnikov. Yekaterinburg: Publishing House of the Ural State Agrarian University, 2020. 192 p
2. Iovlev G.A. Realization of operational properties by foreign agricultural tractors // Theory and practice of world science. 2019. No. 6. pp. 16-22.
3. Iovlev G.A., Goldina I.I. Foreign agricultural tractors and their operational properties // Bulletin of the Izhevsk State Academy. 2020. No. 2 (62). pp. 48-56.
4. Goldina I.I., Iovlev G.A., Pobedinsky V.V. History of engine development, automotive industry, agricultural machinery (tractor construction) in Russia // History of science and technology. 2021. No. 5. pp.3-17.
5. Jugovic M. Analysis of trends in development and dependence of some basic parameters of tractors / M. Jugovic, M. Simikic, M. Zoranovic, R. Koprivica // Tractors and drive machines. 2016. Т. 21. № 2/3. Р. 11-18.

6. Volpato C. E. S. Analysis of effective power and reduced, rotational force, specific and hourly consumption of fuel, efficiency term-mechanics and volumetric for an agricultural tractor fed with fossil diesel and two types of biofuels // American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting. 2013. Vol. 5. DOI: <http://dx.doi.org/10.13031/aim.20131619419>.
7. Moessmer A. Die Traktor – Technikgeschichte Gluchcopf, Allrad und Elektronik – Hirn / A. Moessmer // GeraMond. 2011. 144 p.
8. Dragaytsev V.I. Technical equipment of agriculture in Russia, USA, Canada and Germany // Agricultural machines and technologies. 2010. No. 1. pp. 21-26.
9. Agricultural machinery, tractors. USA. [Electronic resource]. Access mode: https://www.economicdata.ru/country.php?menu=america-country&cu_id=1&cu_ticker=USA&country_show=statistics&ticker=USA.AG.AGR.TRAC.NO (date of reference: 11/15/2021).
10. Heavy-duty tractors. [Electronic resource]. Access mode: <http://ga-avto.ru/mownyetraktora/2.html> (accessed: 11/15/2021).
11. History of American tractors Allis-Chalmers. [Electronic resource]. Access mode: <https://carakoom.com/blog/istoriya-amerikanskih-tractorov-allischalmers> (accessed: 15.11.2021).
12. Ford N-series tractor - Ford N-series tractor. [Electronic resource]. Access mode: https://wiki2.wiki/wiki/Ford_N-series_tractor (accessed: 11/16/2021).
13. USSR - USA: some comparative development indicators. [Electronic resource]. Access mode: <http://su90.ru/suusa.html> (date of application: 11/16/2021).
14. Tractor construction. [Electronic resource]. Access mode: <https://bash-m-ak.livejournal.com/8438.html> (accessed: 11/15/2021).
15. 10 leading countries in the number of wheeled and tracked tractors. 2019. [Electronic resource]. Access mode: <https://fishki.net/photo/3300546-v-kakoj-strane-bolyshe-vsego-tractorov.html> (accessed: 15.11.2021).
16. Comparative statistical analysis of the provision of the USSR, Russia and the USA with agricultural machinery. [Electronic resource]. Access mode: <https://aftershock.news/?q=node/773833&page=1> (accessed: 11/15/2021).
17. Arable land (ha) (1961 - 2018). USA [Electronic resource]. Access mode: https://www.economicdata.ru/country.php?menu=america-country&cu_id=1&cu_ticker=USA&country_show=statistics&ticker=USA.AG.LND.ARBL.HA (accessed: 11/22/2021).
18. Minat V.N. Century dynamics of the structure of land use in the USA // Bulletin of Volgograd State University. Economy. 2020. Vol. 22. No. 2. pp. 220-231.
19. Agriculture of the USSR and the countries of the world. [Electronic resource]. Access mode: <http://su90.ru/sxsu.pdf> (accessed: 11/23/2021).
20. Trends in the development of designs of modern tractors and combines. [Electronic resource]. Access mode: https://vuzdoc.ru/94452/ekonomika/tendentsii_razvitiya_konstruktsiy_sovremennyh_tractorov_kombaynov (accessed: 11/23/2021).
21. Allis Chalmers farm tractors by model. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.tractordata.com/farm-tractors/tractor-brands/allischalmers/allischalmers-tractors.html> (accessed: 11/27/2021).
22. Massey Ferguson 7622. [Electronic resource]. Access mode: <https://www.tractordata.com/farm-tractors/007/4/4/7444-massey-ferguson-7622.html> (accessed: 11/28/2021).
23. Zhuravlev S.Yu. Improvement of operational properties of wheeled 4K4 agricultural tractors // Izvestiya Orenburg State Agrarian University. 2020. No. 4 (84). pp. 127-132.
24. Revenko V.Yu., Rusanov A.V., Kryukovskaya N.S. Operational studies of changes in traction and energy indicators of tractors when using double tires // Agrotechnics and energy supply. 2019. No. 4 (25). pp. 53-60.
25. Kutkov G.M. Development of the technical concept of the tractor // Tractors and agricultural machines. 2019. No. 1. pp. 27-35.
26. Okunев G.A., Kuznetsov N.A. Aspects of tractor type development and trends in technical re-equipment of production formations of various types // Izvestiya MSTU MAMI. 2017. No. 1 (31). pp. 16-22.
27. Medvedev M.S., Yuferev S.S. On the question of the possibility of using tracked tractors with a triangular tracked outline in the agro-industrial complex // Epoch of Science. 2021. No. 27. pp. 27-31.

Информация об авторах

Иовлев Г.А., кандидат экономических наук, доцент, факультет инженерных технологий, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (г. Екатеринбург, 620075, Россия). Почта для связи с автором: gri-iovlev@yandex.ru.

Побединский В.В., доктор технических наук, профессор, факультет инженерных технологий, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (г. Екатеринбург, 620075, Россия). Почта для связи с автором: pobed@e1.ru.

Голдина И.И., факультет инженерных технологий, ФГБОУ ВО Уральский государственный аграрный университет (г. Екатеринбург, 620075, Россия). Почта для связи с автором: ir.goldina@mail.ru.

Информация о статье

Дата получения статьи: 16.11.2021
Дата принятия к публикации: 17.12.2021

© Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И., 2021.

Information about the authors

Iovlev G.A., Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Faculty of Engineering Technologies, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, 620075, Russia). Corresponding author: gri-iovlev@yandex.ru

Pobedinsky V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering Technologies, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, 620075, Russia). Corresponding author: pobed@e1.ru.

Goldina I.I., Faculty of Engineering Technologies, Ural State Agrarian University (Ekaterinburg, 620075, Russia). Corresponding author: ir.goldina@mail.ru.

Article Info

Received for publication: 16.11.2021
Accepted for publication: 17.12.2021

© Iovlev G.A., Pobedinsky V.V., Goldina I.I., 2021.