

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

УДК 631.372:621.431.73

DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-4-8

ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРОСТРОЕНИЯ РОССИИ

ДИДМАНИДЗЕ ОТАРИ НАЗИРОВИЧ, академик РАН, д-р техн. наук, профессор¹

Didmanidze@rgau-msha.ru

ДЕВЯНИН СЕРГЕЙ НИКОЛАЕВИЧ✉, д-р техн. наук, профессор¹

devta@rambler.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6776-0432>

ПАРЛЮК ЕКАТЕРИНА ПЕТРОВНА, канд. экон. наук, доцент¹

kparlyuk@rgau-msha.ru

МАРКОВ ВЛАДИМИР АНАТОЛЬЕВИЧ, д-р техн. наук, профессор²

vladimir.markov58@yandex.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

² МГТУ им. Н.Э. Баумана; 105005, Российская Федерация, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Аннотация. Обоснование перспективы развития тракторного парка России и его обеспечения энергетическими агрегатами является важной задачей в создании технологической базы для эффективного решения проблем в сельскохозяйственном производстве. С основой на показателе энергообеспеченности производства сельскохозяйственной продукции на уровне экономически развитых стран мира рассмотрены потребности России в сельскохозяйственных тракторах и двигателях для них. В результате проведенного анализа показано, что парк тракторов сельскохозяйственного производства составляет около 200 тыс. ед. и требует серьезного развития. Для эффективного сельскохозяйственного производства необходимо поднять уровень энергообеспеченности сельскохозяйственными тракторами в России не ниже уровня передовых экономически развитых стран. За перспективный уровень была принята энергообеспеченность тракторной техникой 4 кВт/га и сделана оценка необходимого количества тракторов. Установлено, что для обработки пахотных земель России площадью 80 млн га (по состоянию на 2020 г.) весь спектр сельскохозяйственных тракторов по тяговому классу составит около 2,5 млн шт. Для обработки всех пахотных земель России около 120 млн га (по состоянию на 1990 г.) потребуется на 1/3 больше техники. Для поддержания тракторного парка на этом уровне необходимо обеспечить ежегодную поставку не менее 250 тыс. шт. различных двигателей общей мощностью не менее 320 ГВт. Решение этой задачи возможно при увеличении производственных мощностей существующих моторостроительных заводов и разработке новых дизельных двигателей для тракторов тяговых классов 0,6...1,4 мощностью от 20 до 70 кВт.

Ключевые слова: сельское хозяйство, энергообеспеченность, парк тракторов, дизельный двигатель, потребности производства.

Формат цитирования: Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П., Марков В.А. Энергообеспечение сельскохозяйственного тракторостроения России. 2021. № 2 (102). С. 4-8. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-4-8.

© Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П., Марков В.А., 2021



ORIGINAL PAPER

POWER SUPPLY OF FARM TRACTOR INDUSTRY IN RUSSIA

OTARI N. DIDMANIDZE, Full Member of the Russian Academy of Sciences, DSc (Eng), Professor¹

Didmanidze@rgau-msha.ru

SERGEY N. DEVYANIN✉, DSc (Eng), Professor¹

devta@rambler.ru✉, <https://orcid.org/0000-0001-6776-0432>

EKATERINA P. PARLYUK, PhD (Econ), associate Professor¹

kparlyuk@rgau-msha.ru

VLADIMIR A. MARKOV, DSc (Eng), Professor²

vladimir.markov58@yandex.ru

¹ Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127434, Russian Federation, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49

² Bauman Moscow State Technical University; 105005, Russian Federation, Moscow, 2nd Baumanskaya Str., 5, bldg. 1

Abstract. Determining the prospects for the development of the tractor fleet in Russia and its supplying with power units is an important task in establishing a technological foundation to effectively tackle the problems of agricultural production. Taking into consideration the indicator of power supply in agriculture in the world's economically developed countries, the authors consider the domestic needs in agricultural tractors and engines. As a result of the analysis, it is shown that the fleet of agricultural tractors is at a low level of about 200 thousand units, and it requires further serious development. To ensure effective agricultural production, it is necessary to balance the level of farm tractor availability in Russia with that of economically advanced countries. The indicator of 4 kW/ha was taken as a promising level of tractor availability, and the required number of tractors was determined. The analysis was carried out for the cultivation of arable land in Russia with an area of 80 million hectares as of 2020 and amounted to about 2.5 million units for the entire range of agricultural tractors taking into account their traction class. To cultivate all arable areas in Russia, which amounted to about 120 million hectares in 1990, a third more equipment will be required. To maintain the tractor fleet at this level, it is necessary to ensure an annual supply of at least 250 thousand units of various engines with a total capacity of at least 320 GW. This problem can be solved through increasing the production capacity of existing engine-building plants and designing new diesel engines for tractors of traction classes 0.6...1.4 with a capacity between 20 and 70 kW.

Key words: agriculture, power available per unit area, tractor fleet, diesel engine, production needs.

For citation: Didmanidze O.N., Devyanin S.N., Parlyuk E.P., Markov V.A. Power supply of farm tractor industry in Russia. *Agricultural Engineering*, 2021; 2 (102): 4-8. (In Rus.). DOI: 10.26897/2687-1149-2021-2-4-8.

Введение. Земледелие является основным технологическим процессом производства продуктов питания. Производительность труда в сельскохозяйственном производстве в большой степени зависит от его энергообеспеченности, в том числе тракторного парка.

В 90-е гг. прошлого века численность тракторного парка России упала в 7 раз и до настоящего времени находится на этом уровне ввиду низкой покупательной способности сельского производителя [1]. В результате практически все тракторные заводы прекратили своё существование. Основная доля используемой техники в сельском хозяйстве – со сроком эксплуатации более 10 лет. Эксплуатация такой техники требует повышенных энергетических и экономических затрат.

Парк сельскохозяйственных тракторов в России составляет около 200 тыс. шт. и почти на 70% состоит из импортных образцов с большим разнообразием как по производителю техники, так и по модельному ряду одного производителя. Централизованное проведение квалифицированного технического обслуживания и ремонта техники в такой ситуации проблематично. Это усложняет и удорожает её обслуживание, увеличивает сроки его проведения, ставит под вопрос эффективность проведения ремонта техники.

Сложившаяся ситуация приводит к низкой продуктивности сельского хозяйства. Исправление такой ситуации возможно только через планомерное развитие тракторного парка и увеличение доли тракторов отечественного производства с широкой поддержкой техники сервисными и ремонтными службами во всех регионах России. В ближайшие десятилетия потребуются наращивание энергообеспеченности сельскохозяйственного производства России до среднего уровня экономически передовых стран.

Цель исследования. Основываясь на уровне энергообеспеченности сельскохозяйственного производства

тракторами в экономически развитых странах, оценить потребность парка сельскохозяйственных тракторов России и сделать оценку необходимого производства двигателей для него.

Материал и методы. С основой на опубликованных материалах состояния сельскохозяйственного производства России произведена оценка потребности в тракторной технике и необходимого количества двигателей для неё в каждом мощностном диапазоне.

Результаты и обсуждение. Современный уровень энергообеспеченности сельскохозяйственного производства тракторной техникой в США составляет 7 кВт/га, в странах ЕС – 4 кВт/га, в Канаде – 3,7 кВт/га¹ [2]. В своём интервью журналу «Сельскохозяйственные Вести» П.А. Чекмарев сказал: «В США энергообеспеченность на каждый гектар составляет 8,5 л.с., и урожайность зерновых в среднем за пять лет превысила 68 ц с га, мы в России имеем 1,5 л.с. на гектар и с гектара в среднем собрали 21,1 центнера» [3].

Принимая за основу энергообеспеченность тракторной техникой сельскохозяйственного производства на уровне среднего значения ведущих экономически развитых стран (4 кВт/га), оценку спектра сельскохозяйственных тракторов по тяговому классу для обработки пахотных земель России сделаем для площади пахотных земель 80 млн га по состоянию на 2020 г. Для обработки всех пахотных земель России, которые составляли в 1990 г. около 120 млн га, потребуется на 1/3 больше техники.

Подробный анализ требуемого спектра тракторов по тяговому классу для сельскохозяйственного производства приводится в работе [4], и его результаты

¹ Энергообеспеченность сельскохозяйственного производства Российской Федерации и других стран. URL: <http://v.900igr.net:10/prezentatsii/geografija/KHozjajstvo-Rossii/022-KHozjajstvo-Rossii.html> (дата обращения: 20.01.2021).

представлены на рисунке 1. Используем взаимосвязь между тяговым классом трактора и мощностью устанавливаемого на тракторе двигателя для современных тракторов:

$$Ne_i = 45 \cdot K_t,$$

где Ne_i – средняя эффективная мощность тракторного двигателя i -го тягового класса, кВт; K_t – класс тяги трактора.

Суммарная мощность двигателей тракторов в каждом тяговом классе может быть найдена по зависимости:

$$N_{TK_i} = Z_i \cdot Ne_i,$$

где N_{TK_i} – суммарная мощность двигателей i -го тягового класса, кВт; Z_i – количество тракторов в i -м тяговом классе.

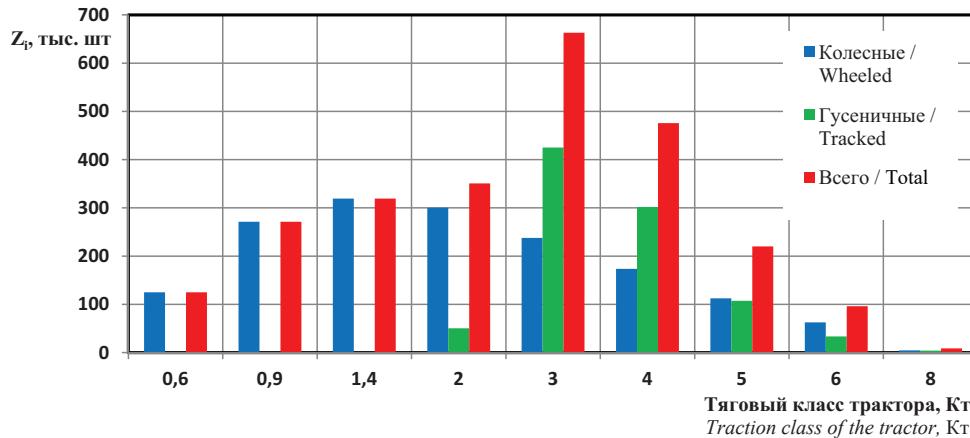


Рис. 1. Перспективные потребности тракторного парка по тяговому классу
 Fig. 1. Prospective needs of the tractor fleet (Z_i , thousand units) as to the traction class

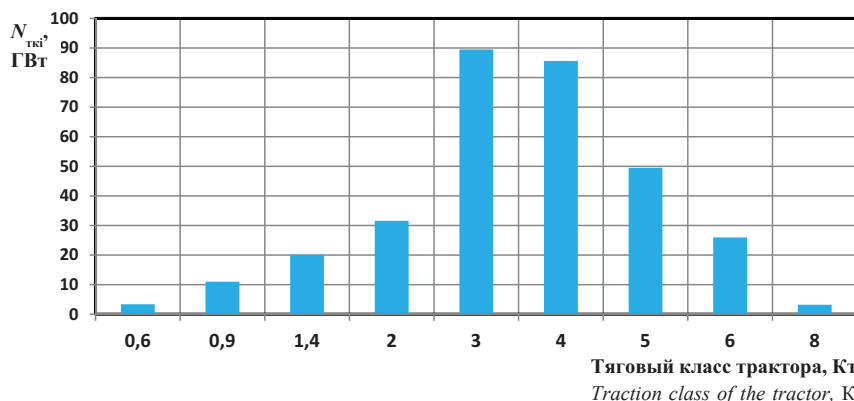


Рис. 2. Спектр суммарной мощности двигателей по тяговому классу тракторов
 Fig. 2. Range of total engine power differentiated by traction class of tractors

В результате использованный спектр распределения колёсных и гусеничных тракторов по тяговому классу позволяет получить суммарные мощности двигателей тракторов для каждого тягового класса в виде спектра потребности двигателей для данного парка тракторов (рис. 2).

Энергонасыщенность современных сельскохозяйственных тракторов изменяется в широких пределах: от 1,5 до 5 кВт/кН [5]. В одном тяговом классе могут находиться тракторы с различной мощностью двигателя. Поэтому целесообразно рассматривать для каждого тягового класса свой диапазон мощности двигателей, обеспечивающий работу трактора в данном классе (табл.).

Ввиду того, что трактор сельскохозяйственного назначения относится к пятой амортизационной группе со сроком полезного использования не более 10 лет, годовое производство двигателей каждой мощностной группы должно быть не менее величины, представленной в таблице.

Производственные мощности двигателей для сельскохозяйственных тракторов должны составлять не менее 250 тыс. шт. в год. В настоящее время тракторный парк ежегодно обновляется отечественными тракторами менее чем на 10 тыс. шт. По словам президента Ассоциации «Росспецмаш» Константина Бабкина на выступлении в Совете Федерации, где обсуждали актуальные вопросы развития отечественного тракторостроения², производство отечественных тракторов в России за последние 7 лет увеличилось в 6 раз и в 2019 г. достигло чуть более 3 тыс. шт. в год, причём многие тракторы оснащаются двигателями импортного производства. Поэтому выйти на производственные мощности предприятий России на уровень 250 тыс. шт. в год является сложной задачей, требующей решения.

² Постсельмаш. URL: <https://rostselmash.com/company/press/news/show/1101> (дата обращения: 23.09.2020).

Таблица

Потребность в двигателях для сельскохозяйственных тракторов

Table

The need for engines for agricultural tractors

Тяговый класс трактора / Traction class of the tractor								
0,6	0,9	1,4	2	3	4	5	6	8
Мощность двигателя, кВт / Engine power, kW								
20...35	35...50	50...75	75...110	110...150	150...200	200...250	250...300	300...400
Количество, тыс. шт. / Quantity, thousand units								
125	271	319	351	663	476	220	96	9
Производство в год, тыс. шт. / Production per year, thousand units								
12,5	27,1	31,9	35,1	66,3	47,6	22,0	9,6	0,89

В настоящее время мощностной диапазон дизельных двигателей от 80 до 400 кВт может быть перекрыт гаммой двигателей производства ООО «АМЗ» (г. Барнаул), ПАО «КамАЗ» (г. Набережные Челны), ПАО «ТМЗ» (г. Тутаев), ООО «Тракторный центр» (ЧТЗ, г. Челябинск) и ПАО «Автодизель» (ЯМЗ, г. Ярославль), что требует от них увеличения производственных мощностей. Остаётся проблемой производство дизельных двигателей мощностью от 20 до 80 кВт.

Кроме количественных данных по двигателям для сельскохозяйственного производства, нельзя не сказать о конструктивных особенностях этих двигателей. Общее количество двигателей более 2,5 млн шт. составит суммарную мощность более 320 ГВт. Такие энергетические потребности исключают использование электрических тракторов в сельскохозяйственном производстве ввиду отсутствия энергетических мощностей в России. Сегодня, по данным отчета ЕЭС России, их уровень близок к 250 ГВт³. В ближайшие 50 лет такие потребности в энергетике могут быть решены только за счёт применения ДВС. Для сельского хозяйства это в первую очередь дизельный двигатель. Энергетические мощности электросетей России ещё не скоро смогут нарастить свои мощности, чтобы покрыть эти потребности для обеспечения электрической тяги в сельскохозяйственном производстве.

³ Единая энергетическая система России. URL: <https://www.soups.ru/index.php?id=ees> (дата обращения: 23.01.2021).

Библиографический список

1. Гражданкин А.И., Кара-Мурза С.Г. Белая книга России. Строительство, перестройка и реформы: 1950-2013 гг. М.: Научный эксперт, 2015. 728 с.
2. Кулистикова Татьяна. Мощность сельхозтехники в стране за пять лет уменьшилась на 12% // Агроинвестор, 17 апреля 2018. URL: <https://www.agroinvestor.ru/tech/news/29700-moshchnost-selkhoztekhniki-v-strane-umenshilas-na-12/> (дата обращения: 20.01.2021).
3. Чекмарев Петр. Не время бить в литавры или в набат // Сельскохозяйственные Вести. Новости АПК, 29.09.2016. URL: <https://agri-news.ru/novosti/petr-chekmarev-ne-vremya-bit-v-litavryi-ili-v-nabat.html>.
4. Трухачев В.И., Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н. Какie сельскохозяйственные тракторы нужны завтра России?

Переход на электротрактор может рассматриваться только в виде гибридной силовой установки, где источником энергии остается ДВС. Поэтому в качестве основного источника энергии этих тракторов остаются дизельный или газовый двигатели. Ресурсы в России нефтяного и газового топлив пока достаточны, и их использование остаётся экономически целесообразным. Устанавливаемые на тракторы двигатели должны согласованно работать с бесступенчатой электромеханической трансмиссией трактора, под электронным управлением и участвовать в системе «Интеллектуальное сельское хозяйство» [6, 7].

Выводы

1. Для достижения тракторного парка России среднего уровня энергообеспеченности сельского хозяйства ведущих стран 4 кВт/га требуется его увеличить более чем в 10 раз (с 200 тыс. до 2,5 млн ед.).
2. Необходимо обеспечить производственные мощности для выпуска двигателей сельскохозяйственного назначения до уровня 250 тыс. шт. в год.
3. Суммарная мощность 2,5 млн ед. тракторных двигателей составит около 320 ГВт, что в настоящее время может быть обеспечено только двигателями внутреннего сгорания. Это должны быть двигатели, работающие на дизельном или газовом топливе.

References

1. Grazhdankin A.I., Kara-Murza S.G. Belaya kniga Rossii. Stroitel'stvo, perestroika i reformy: 1950-2013 gg. [White Book of Russia. Construction, restructuring and reforms: 1950-2013]. Moscow, Nauchnyy ekspert, 2015: 728. (In Rus.)
2. Kulistikova Tat'jana. Moshhnost' sel'hoztekhniki v strane za pyat' let umen'shilas' na 12% [Capacity of agricultural machinery has decreased by 12% in five years in the country]. *Agroinvestor*, 17 aprelya 2018. (In Rus.) URL: <https://www.agroinvestor.ru/tech/?page=3>.
3. Chekmarev Petr. Ne vremja bit' v litavry ili v nabat [Not a good time to beat either the trumpet or the alarm]. *Sel'skohozyajstvennyye vesti. Novosti APK*, 29.09.2016. URL: <https://agri-news.ru/novosti/petr-chekmarev-ne-vremya-bit-v-litavryi-ili-v-nabat.html> (In Rus.)

//Чтения академика В.Н. Болтинского (Москва, 22-24 января 2020 г.): Сборник статей. М.: ООО «Мегаполис», 2020. С. 11-19.

5. Кутьков Г.М. Развитие технической концепции трактора // Тракторы и сельхозмашины. 2019. № 1. С. 27-35. DOI: <https://doi.org/10.31992/0321-4443-2019-1-27-35>.

6. Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П. Трактор сельскохозяйственный: вчера, сегодня, завтра // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 1. С. 74-85. URL: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.1.74-85>.

7. Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С., Ерохин М.Н. и др. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике: Научное издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. 248 с.

4. Truhachev V.I., Didmanidze O.N., Devyanin S.N. Kakie sel'skohozyaystvennye traktory nuzhny zavtra Rossii? [What kind of agricultural tractors does Russia need for tomorrow?]. *Chteniya akademika V.N. Boltinskogo: sbornik statey*. (Moskva, 22-24 yanvarya 2020 goda). Moscow, ООО "Megapolis", 2020: 11-19 (In Rus.)

5. Kut'kov G.M. Razvitie tehniceskoy kontseptsii traktora [Developing the technical concept of a tractor]. *Traktory i sel'hozmashiny*, 2019; 1: 27-35. DOI: <https://doi.org/10.31992/0321-4443-2019-1-27-35> (In Rus.)

6. Didmanidze O.N., Devyanin S.N., Parlyuk E.P. Traktor sel'skohozyaystvennyy: vchera, segodnya, zavtra [Agricultural tractor: yesterday, today, and tomorrow]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020; 21(1): 74-85. URL: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.1> (In Rus.)

7. Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Erokhin M.N. et al. Tehnicheskie i tehnologicheskie trebovaniya k perspektivnoy sel'skohozyaystvennoy tehnikе: nauchnoe izdanie [Technical and technological requirements for advanced agricultural technology: Scientific edition]. Moscow, FGNU "Rosinformagrotekh", 2011: 248. (In Rus.)

Примечание редакции: В статье изложено мнение авторов, но существует и другое мнение. Приглашаем учёных к дискуссии по данной теме.

Критерии авторства

Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П., Марков В.А. выполнили теоретические исследования, на основании полученных результатов провели обобщение и подготовили рукопись. Дидманидзе О.Н., Девянин С.Н., Парлюк Е.П., Марков В.А. имеют на статью авторские права и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 25.01.2021 г.

Одобрена после рецензирования 12.03.2021 г.

Принята к публикации 15.03.2021 г.

Contribution

O.N. Didmanidze, S.N. Devyanin, E.P. Parlyuk, V.A. Markov performed theoretical studies, and based on the results obtained, generalized the results and wrote a manuscript. O.N. Didmanidze, S.N. Devyanin, E.P. Parlyuk, V.A. Markov have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this paper.

The paper was received 25.01.2021

Approved after reviewing 12.03.2021

Accepted for publication 15.03.2021