

УДК 631.372.014.9

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

**ГУСЕНИЧНЫЙ ТРАКТОР КАК ЭЛЕМЕНТ РАЗВИТИЯ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АГРЕГАТА В МАШИННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Липкович Игорь Эдуардович  
доктор технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 1176-1210  
LipkovichIgor@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,  
г. Зерноград, Ростовская область, Россия*

Пятикопов Сергей Михайлович  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 5409-2713  
Pjatikopov@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,  
г. Зерноград, Ростовская область, Россия*

Украинцев Максим Михайлович  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 7579-7583  
rostmax@rambler.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде,  
г. Зерноград, Ростовская область, Россия*

Егорова Ирина Викторовна  
кандидат технических наук  
РИНЦ: SPIN-код: 1003-8910  
OrishenkoIrina@mail.ru

*Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, г.  
Зерноград, Ростовская область, Россия*

Петренко Надежда Владимировна  
кандидат технических наук, доцент  
РИНЦ: SPIN-код: 5942-7170

*Азово-Черноморский инженерный институт  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ, в г. Зернограде, г.  
Зерноград, Ростовская область, Россия*

Сельскохозяйственные машины и оборудование уже более 80 лет являются основной единицей технического оснащения. На сегодняшний день МТА претерпели значительные изменения. Мощность трактора увеличилась в десять-пятнадцать раз, радикально улучшились условия труда операторов, возросли экономические и технические параметры эксплуатации. Однако технически тракторы остались прежними. Это все тот же стальной конь с задним крюком или

УДК 631.372.014.9

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

**CATERPILLAR TRACTOR AS AN ELEMENT OF THE DEVELOPMENT OF MACHINERY-TECHNOLOGICAL UNIT IN AGRICULTURAL MACHINERY**

Lipkovich Igor Eduardovich  
Doctor of Technical Sciences, assistant professor  
RSCI SPIN-code: 1176-1210  
LipkovichIgor@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE  
«Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, Rostov region, Russia*

Pyatikopov Sergey Mikhailovich  
Candidate of Technical Sciences, assistant professor  
RSCI SPIN-code: 5409-2713  
Pjatikopov@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE  
«Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, Rostov region, Russia*

Ukraintsev Maxim Mikhailovich  
Candidate of Technical Sciences, assistant professor  
RSCI SPIN-code: 7579-7583  
rostmax@rambler.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE  
«Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, Rostov region, Russia*

Egorova Irina Victorovna  
Candidate of Technical Sciences  
RSCI SPIN-code: 1003-8910  
OrishenkoIrina@mail.ru

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE  
«Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, Rostov region, Russia*

Petrenko Nadezhda Vladimirovna  
Candidate of Technical Sciences, assistant professor  
RSCI SPIN-code: 5942-7170

*The Azov-Black Sea Engineering Institute FSBE HE  
«Don State Agrarian University», in Zernograd,  
Zernograd, the Rostov region, Russia*

Agricultural machines and equipment have been the main unit of technical equipment for more than 80 years. Today, the MTA has undergone significant changes. The tractor's power has increased ten to fifteen times, the working conditions of operators have radically improved, and the economic and technical parameters of operation have increased. However, technically the tractors remained the same. This is still the same steel horse with a rear hook or attachment. Tractors are still mounted in front of technical

навесным оборудованием. Тракторы по-прежнему навешиваются перед техническими машинами, соединенными различными типами сцепок, даже если для буксируемых орудий или их рабочих органов используется передача вращательного движения. Разрабатываемые в настоящее время тракторы используются и востребованы уже более 30 лет с момента начала производства и должны приносить экономическую выгоду сельхозпроизводителям как минимум до 50-х годов текущего столетия. Поэтому новые конструктивные и технические решения в создании современного поколения мобильной сельскохозяйственной энергетики должны быть найдены уже сейчас. Анализ данных по показателям развития рынка сельскохозяйственной техники в Российской Федерации позволяет сделать вывод о том, что наблюдается спад во всех сферах производства сельскохозяйственной техники, что напрямую отражается на производстве тракторов. Анализируя общие параметры гусеничных машин отечественного производства можно заключить: 1. Важнейшим параметром полевого трактора как базового технического средства в системе синтеза МТА и агротехнологических машин выступает удельное давление на поверхность пахотного продукционного слоя почвы. 2. Важным параметром, определяющим преимущество гусеничных машин перед колесными, выступает величина буксования ходовых систем, которая имеет широкий спектр значений в зависимости от почвенного фона работы МТА. 3. Важным показателем функционирования гусеничных машин представляется тяговый КПД. 4. Рассматривается свойство ходовой системы трактора относящееся к экологической сбалансированности техногенного взаимодействия с параметрами продукционных агроэкосистем

Ключевые слова: ГУСЕНИЧНЫЙ ТРАКТОР, ТРУД ОПЕРАТОРА, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСНАЩЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МАШИНА, ТЯГА, КРЮК, ПЛУГ, ГУСЕНИЦЫ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-195-016>

machines connected by various types of couplings, even if rotary transmission is used for the towed implements or their working parts. The tractors currently being developed have been used and in demand for more than 30 years since the start of production and should bring economic benefits to agricultural producers at least until the 50s of the current century. Therefore, new design and technical solutions in creating a modern generation of mobile agricultural energy must be found now. Analysis of data on indicators of the development of the agricultural machinery market in the Russian Federation allows us to conclude that there is a decline in all areas of agricultural machinery production, which directly affects the production of tractors. Analyzing the general parameters of domestically produced tracked vehicles we can conclude the following: 1. The most important parameter of a field tractor as a basic technical means in the system of synthesis of MTA and agrotechnological machines is the specific pressure on the surface of the arable production layer of soil. 2. An important parameter that determines the advantage of tracked vehicles over wheeled vehicles is the amount of slipping of the chassis systems, which has a wide range of values depending on the soil background of the MTA operation. 3. An important indicator of the functioning of tracked vehicles is traction efficiency. 4. The article also considers the feature of the tractor chassis system related to the ecological balance of technogenic interaction with the parameters of production agroecosystems

Keywords: CRAWLER TRACTOR, OPERATOR LABOR, AGRICULTURE, TECHNICAL EQUIPMENT, TECHNOLOGICAL PROCESS, AGRICULTURAL MACHINE, TRACTION, HOOK, PLOW, CATERPILLARS

Сельскохозяйственные машины и оборудование уже более 80 лет являются основной единицей технического оснащения.

На сегодняшний день МТА претерпели значительные изменения. В десять-пятнадцать раз увеличилась мощность трактора, кардинально улучшились условия труда операторов, возросли экономические и техни-

ческие параметры эксплуатации. Но технологически трактор остается до сих пор прежним: тот же стальной конь с задним крюком или навесным устройством; трактор по-прежнему устанавливается впереди технологической машины, с которой агрегируется с помощью разного типа сцепки, хотя и когда используется при этом передача вращательного движения на прицепные орудия или их рабочие органы [1].

Не стоит забывать, что модели тракторов, создаваемые сегодня, будут функционировать и пользоваться спросом как минимум 30 лет с момента начала массового производства, и должны обеспечивать экономический эффект сельхозтоваропроизводителю, по крайней мере, до 50-х годов текущего столетия. Поэтому уже сейчас необходимо искать новые конструкции и технические решения для создания современного поколения мобильных сельскохозяйственных генераторов энергии.

Анализируя данные показателей развития рынка оборудования для сельского хозяйства РФ, делаем вывод, что во всех сегментах производства сельхозмашиностроения наблюдается спад, что прямым образом отражается на обеспечении производства тракторами [1, 2].

Развитие науки о тракторе происходит в соответствии со стратегией, приведенной на рисунке 1.

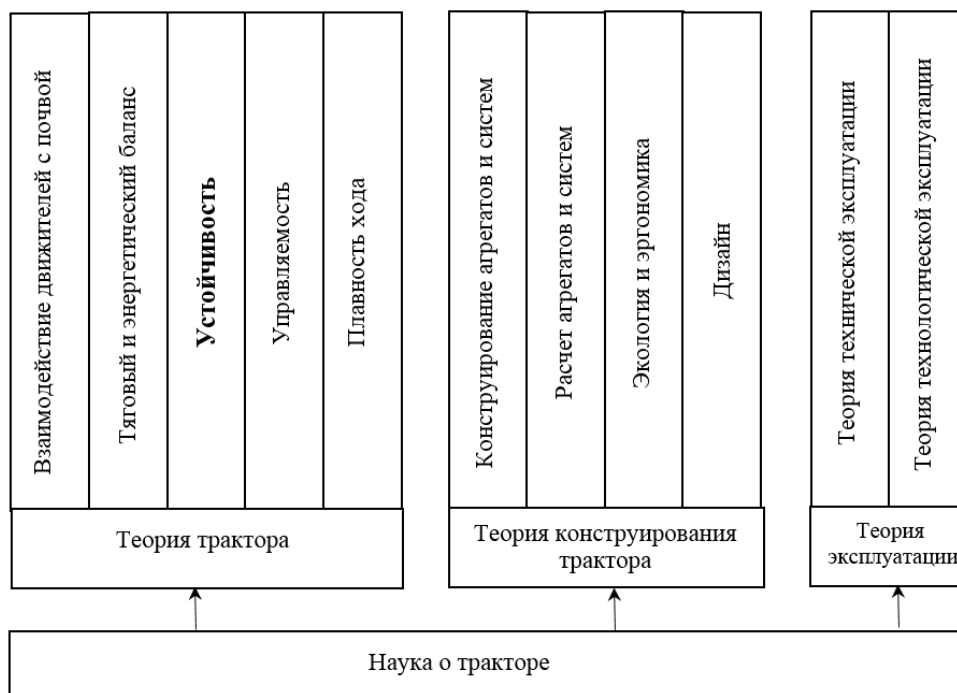


Рисунок 1 – Структура науки о тракторе

Россия – первая страна, в которой был принят и реализован курс на сплошную коллективизацию сельского хозяйства при максимально возможном оснащении современной тракторной энергетикой в гусеничном исполнении.

Необходимо отметить, что в современных условиях используется гораздо больше колесных тракторов, чем гусеничных, однако они сыграли свою определенную роль в отечественном сельском хозяйстве и так же используются на сегодняшний день.

Большое значение для агрегатов имели гусеничные тракторы типа С-65 (рис. 2), довольно мощные, тогда несовершенные по качеству и по надежности машины [3].

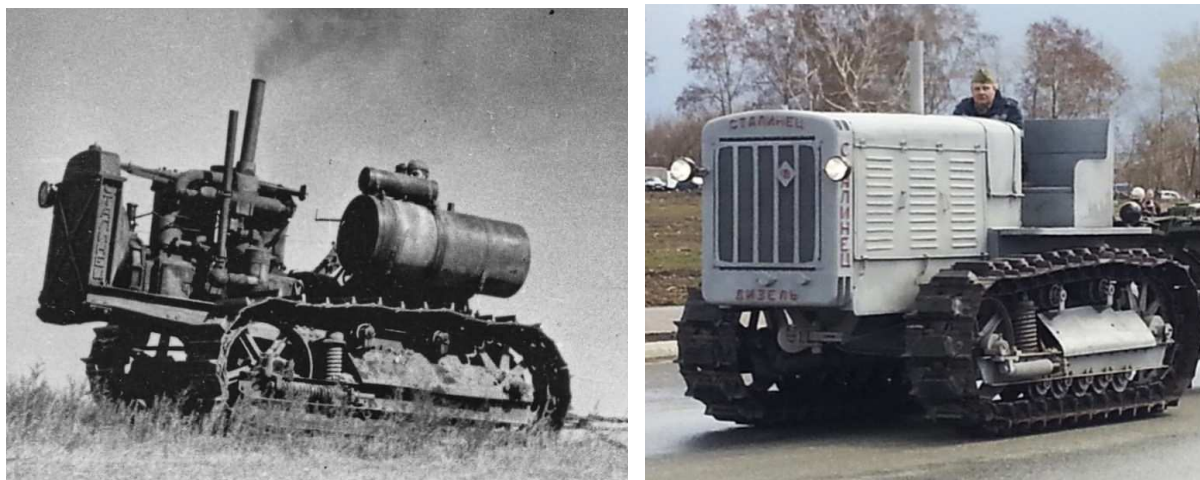


Рисунок 2 – Трактор «Сталинец-65» Челябинского тракторного завода

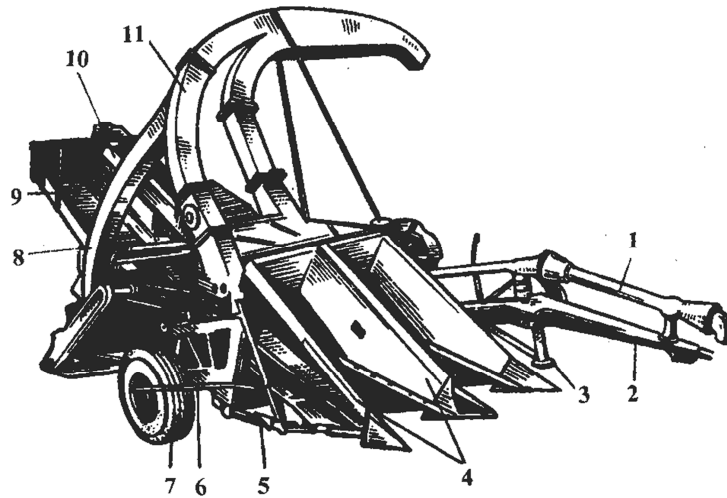
Начало создания и использования современной мобильной тракторной энергетики сельхозназначения можно отнести ко второму поколению гусеничных тракторов – ДТ-54 – машине класса 3,0, начало серийного производства которой относится к 1949 году. Трактор оснащался двигателем мощностью 54 л.с. с частотой вращения колен вала 13501 оборотов в минуту (рис. 3) [3, 4].



Рисунок 3 – Общий вид трактора ДТ-54

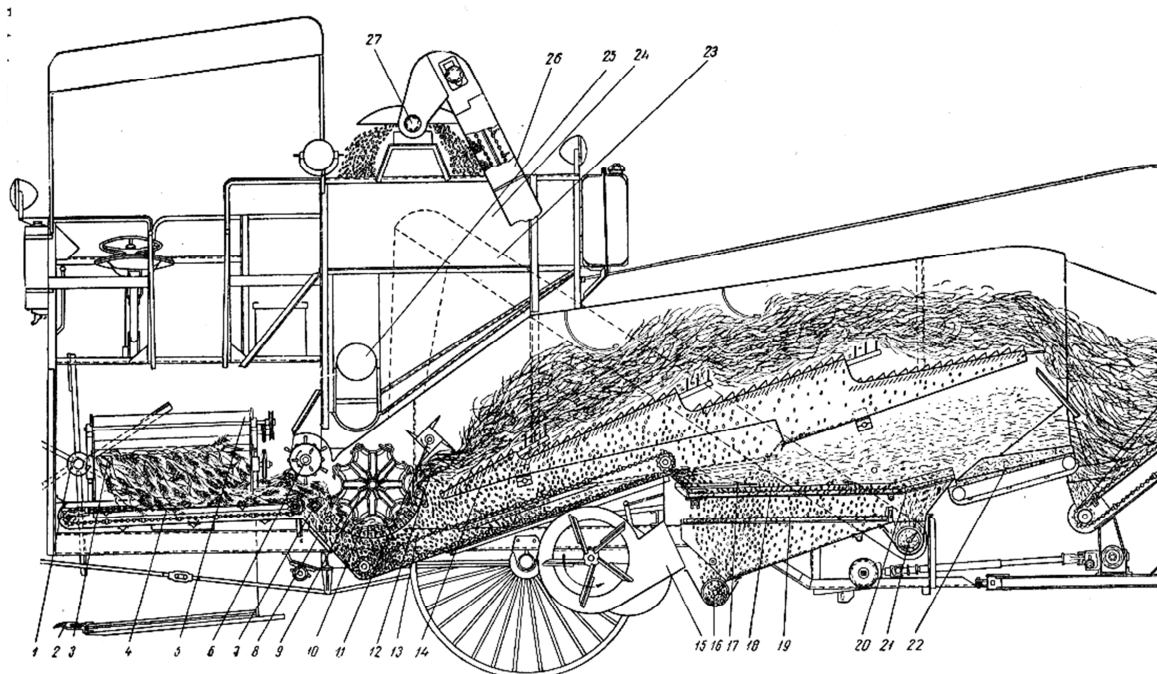
Значение этой машины для АПК, т.е. для колхозов и совхозов трудно переоценить. Она в полной мере соответствовала требованиям сельскохозяйственного производства, как и по производительности, так и по организации использования тракторной техники. Ориентируясь на данный трактор, началась разработка початкоуборочного комбайна «Херсонец-7» (рис.

4), прицепных зерноуборочных комбайнов РСМ-8 (рис. 5), и силосоуборочного комбайна КС-2,6 (рис.6).



- 1 – карданный вал; 2 – прицеп; 3 – домкрат; 4 – облицовка русла; 5 – рама;  
 6 – стеблеотвод; 7 – опорное колесо; 8 – транспортёр обёрток;  
 9 – скатная доска; 10 – транспортёр неочищенных початков;  
 11 – трубы измельчающего устройства

Рисунок 4 – Общий вид початкоуборочного комбайна «Херсонец-7»



- 1 – молотило; 2 – режущий аппарат; 3 – транспортер жатки; 4 – транспортер приемной камеры; 5 – битер-распределитель; 6 – битер приемной камеры; 7 – отбойный валик; 8 – дно приемной камеры; 9 – молотильный аппарат;

10 – подбарабанье; 11 – отбойный битер; 12 – отбойная решетка;  
 13 – транспортер вороха; 14 – клавишный соломотряс; 15 – вентилятор;  
 16 – зерновой шнек; 17 – гребенка верхнего решета; 18 – верхнее решето;  
 19 – нижнее решето; 20 – удлинитель верхнего решета; 21 – колосовой  
 шнек; 22 – транспортер половы 23 – колосовой элеватор; 24 – бункер;  
 25 – выгрузной шнек; 26 – зерновой элеватор; 27 – распределительный шнек  
 Рисунок 5 – Схема технологического процесса работы комбайна РСМ-8

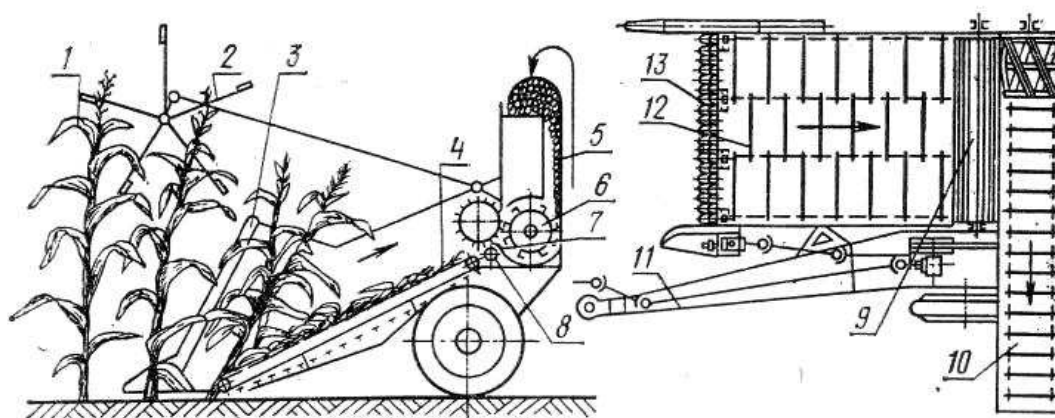


Рисунок 6 – Технологическая схема силосоуборочного комбайна КС-2,6

Таким образом, уже во втором, а тем более в третьем поколении гусеничных тракторов отечественного производства предусматривался привод рабочих органов **прицепных** сельхозмашин, т.е. трактор уже тогда – в 50-х годах – рассматривался не только как тяговая машина, но и как **тягово-приводная**.

Рассматривая гусеничные тракторы третьего поколения необходимо сказать, что в их основу лег ДТ-54. Направления создания новых тракторов был следующие [5]:

– повышение мощности ДВС до 75 л.с. и даже до 90 л.с. с установкой двигателя высокооборотного специализированного для самоходных сельхозмашин (с частотой вращения вала ДВС ~1700 1/мин.); был организован специальный завод сельскохозяйственных ДВС – Харьковский «Серп и молот» (выпускавший ранее сельхозинвентарь и затем коренным образом модифицированный);

- повсеместное применение отдельно-агрегатной гидросистемы для агрегатирования трактора с сельхозмашинами через навесную гидросистему;
- специальная шарнирно-рычажная навесная система – в дополнение к тяговому крюковому устройству;
- применение вала отбора (отъема) мощности – ВОМ – специального узла, обеспечивающего *привод* рабочих органов навесных и прицепных орудий и сельхозмашин с постоянной *номинальной частотой вращения*.

Таким образом, машина третьего поколения представляла собой трактор ДТ-75 с двигателем мощностью 75 л.с. СМД-14 и модернизированный вариант ДТ-75М, оборудованный ДВС А-41 мощностью 90 л.с (рис. 7).

В конце шестидесятых годов был разработан и произведен гусеничный трактор класса 3 *четвертого поколения*. Его главная отличительная особенность состояла в повышенной до 150 л.с. мощности, которую обеспечивал ему украинский шестицилиндровый V-образный ДВС или позже – российский ДВС ЯМЗ-236. Эти ДВС, смонтированные на тракторах Т-150, обеспечивают *повышенные рабочие скорости МТА* до 12 и более км/ч [6, 7].



Рисунок 7 – Трактор ДТ-75М

На рисунке 8 представлен гусеничный трактор Т-150 класса 3 *четвертого поколения*.

К последнему образцу машины *четвертого поколения* в гусеничном исполнении можно отнести ХТЗ-181 – трактор тягой близкой к 5 тс представляет модернизацию Т-150 с ДВС ЯМЗ-238 мощностью 191 л.с., массой



близкой к 9000 кг. Машина начала производиться уже в самостоятельной Украине. Общий вид её показан на рисунке 9.



Рисунок 8 – Общий вид трактора  
Т-150



Рисунок 9 – Общий вид трактора  
ХТЗ-181

Наша страна производила и тяжелые гусеничные трактора класса 5 (сила тяги на крюке ~5000 кгс). Сюда можно отнести в качестве *второго поколения* гусеничный трактор С-80 (С-100) мощностью 76 л.с. (установлен двигатель КДМ-46, обеспечивающий названную силу тяги на крюке при частоте вращения коленвала ДВС в 1050 1/мин.). Трактор обеспечивал работу сцепы двух пятикорпусных прицепных плугов. Общий вид трактора С-80 и его модификации представлены на рисунках 10 – 12 [8].



Рисунок 10 – Общий вид трактора  
С-80

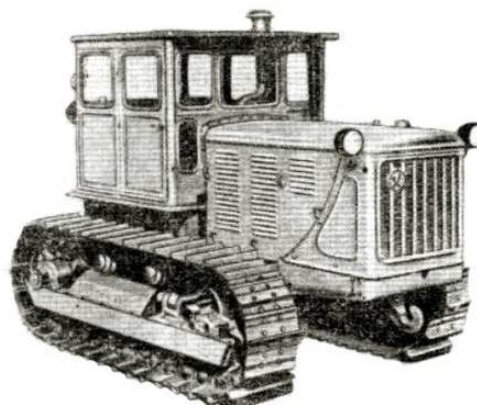


Рисунок 11 – Общий вид трактора  
Т-100М (С-100)

Однако семейство гусеничных тяжелых тракторов второго поколения неумолимо старело и морально и физически из-за малой мощности двигателя.

Через двадцать лет был разработан гусеничный трактор класса 5 третьего поколения, а затем и к четвертому поколению. Таким трактором стал Т-250 (рис. 13) «Алттрак» был разработан Алтайским тракторным заводом совместно с научными учреждениями, имел массу ~13500 кг, шестицилиндровый рядный ДВС эксплуатационной мощностью 270 д.с., КПП с шестернями постоянного зацепления, обеспечивающими переключение передач с помощью гидropоджимных муфт [7, 9].

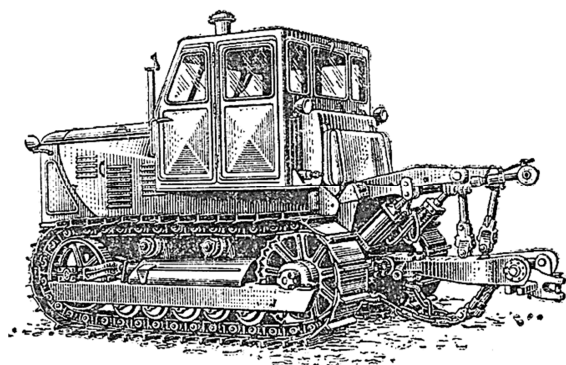


Рисунок 12 – Общий вид трактора  
Т-100МГС



Рисунок 13 – Трактор Т-250  
«Алттрак»

Трактор позволял применять как металлические, так и резиноармированные гусеницы (РАГ). При всесторонних испытаниях трактор Т-250 показал безупречные результаты по качеству работы в поле и по технико-экономическим параметрам в сравнении с предыдущими отечественными и современными зарубежными моделями (табл. 1) [3, 6].

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний тракторов Т-250 и «Challenger»

Наименование показателей	Полученные результаты		
	Т-250 с металлической гусеницей	Т-250 с резиновой гусеницей	«Challenger»
Фон: стерня колосовых / поле, подготовленное под посев			
Максимальная мощность двигателя, кВт	<b>186,2/187,2</b>	188,9/189,3	<b>186,0/186,4</b>
Частота вращения вала двигателя при максимальной мощности, 1/мин.	1802/1805	1805/1809	2078/2086
Коэффициент запаса крутящего момента, %	21,6/21,8	29,6	39,2/40,0
Удельный расход топлива при эксплуатационной мощности, г/кВт·ч	<b>211/212</b>	223/224	<b>235/236</b>
Тяговые показатели: наибольшая тяговая мощность, кВт	<b>125,1/113,1</b>	144,6/123,6	<b>147,6/124,6</b>
номинальное тяговое усилие, кН	62,0/63,6	69,6/47,98	71,01/69,17
скорость движения при номинальном тяговом усилии, км/ч	7,26/6,7	7,48/9,28	7,49/7,21
максимальное тяговое усилие, кН	<b>124,6/117,8</b>	113,45/111,9	<b>99,27/76,22</b>
удельный расход топлива при наибольшей тяговой мощности, г/кВт·ч	<b>293,0/339</b>	287,0/315,0	301,0/337,0
буксование движителей при наибольшей тяговой мощности, %	<b>2,88/5,2</b>	2,90/4,42	<b>4,63/–</b>
Эксплуатационные и технические показатели:			
производительность за час, га:			
– обработка пара (КПШ-11)	9,26	7,61	7,85
– предпосевная культивация (ОП-12)	11,91	10,86	10,90
– посев пшеницы (СТС-12)	11,49	13,09	13,46
– закрытие влаги (БМШ-20)	22,24	21,63	27,57
расход топлива на единицу выполненной работы, кг/га:			
– обработка пара (КПШ-11)	3,66	4,18	5,73
– предпосевная культивация (ОП-12)	3,51	3,94	3,92
– посев пшеницы (СТС-12)	2,86	2,92	3,35
– закрытие влаги (БМШ-20)	1,62	1,64	1,60
Проходимость:			
– буксование движителей на снежной целине, %	16,6–73,9	10,0–85,0	100,0
– буксование на размокшей грунтовой дороге, %	40,0–64,4	65–85	50–85
– среднее удельное давление на почву, мПа	0,045	0,042	0,054

Однако, трактор Т-250 «Алттрак» так и не был поставлен на серийное производство ни в конце прошлого века, ни в начале нынешнего.

На фоне развития тракторостроения в США был создан российский гусеничный трактор класса 5 – 6 под названием «Руслан» (рис. 14). На машине установлен, как теперь модно, ДВС американского производства Cummins. Основные характеристики трактора приведены в таблице 2 [10, 11].



Рисунок 14 – Общий вид трактора «Руслан»

Таблица 2 – Основные параметры гусеничного трактора «Руслан»

№ пп	Наименование параметров; размерность	Гусеничный трактор «Руслан» (Агромаш, Россия), четвертое поколение
1	2	3
1.	Тяговый класс	5,0-6,0
2.	Двигатель • число цилиндров • номинальная мощность при 2200 об./мин, кВт (л.с.) • частота вращения коленвала ДВС при номинальной мощности, 1/мин	Cummins QSM11 6 250 (340) 2100
3.	Количество передач • передний ход • задний ход	Привод ходовой части ступенчатый 16 3
4.	Диапазон скоростей, км/ч (резиновые гусеницы)	1,88...30,0 (РАГ) ступенчатый
5.	Номинальное буксировочное усилие, кН	74,4
6.	Ширина гусениц (гусеницы с резиновым усилением), мм	600 (645)
7.	Среднее давление на грунт, макс., кПа	41
8.	Грузоподъемность навесного оборудования, кг - на конце тяги	Одно, заднее 7000 Нет данных
9.	Габаритные размеры, мм • Длина • Ширина • Высота	5767 2645 3275
10.	Эксплуатационная масса, кг	14700
11.	Удельная мощность, кВт (л.с.)/1000 кг	17 (23)
12.	Количество ВОМ, об/мин	Один независимый, 1000
<b>Окончание таблицы 2</b>		
13.	Технологические параметры: фон работы: девятипольный зерновой южно-российский севооборот площадью 2500 га (типичный) • общее количество операций (расчетное): - на основе технологий и машин четвертого поколения - на основе МЭС-5300 пятого поколения комплексных	27

	интегрированных операций	–
14.	Выработка за сезон, час/сезон	1502
15.	Количество операций за сезон, шт.	20
16.	Среднее время операции, ч	75,10
17.	Количество комплексных операций, шт. - объединяющих, шт.	– –
18.	Длительность работы на комплексных операциях, ч	–
19.	Длительность работы на комплексных операциях, % от общей длительности работы за сезон (1193 ч)	–
20.	Выработка за жизненный цикл в 11000 мото-ч, га/цикл	36481
21.	Индекс новизны технологий: Общая за жизнен. цикл выруб., га Количество операций за цикл	$\frac{36841}{270} = 136,4$
22.	Индекс новизны относительно базы	–
23.	Длительность разработки и производства тракторов, годы	6-7

Последний российский гусеничный трактор может быть отнесен так же, как и Т-250 «Алттрак», к четвертому поколению.

Анализируя общие параметры гусеничных машин отечественного производства можно заключить.

Итак, *во-первых*, один из важнейших параметров полевого трактора как базового технического средства в системе синтеза МТА и агротехнологических машин выступает *удельное давление на поверхность пахотного продукционного слоя почвы*. Эта характеристика определена как величина экологически сбалансированного взаимодействия техногенных операций с продукционными агроэкосистемами. Воздействие на продукционный слой в данном случае оценивается удельным давлением движителей трактора, и должна составлять не более 0,35...0,45 кгс/см<sup>2</sup>. Именно такая величина не вредит процессу произрастания растений – агроценозу, с параметрами которого сбалансирована. Но надо иметь в виду, что приведенное значение удельного давления есть математическое ожидание, а не частное значение.

*Во-вторых*, чрезвычайно важным параметром, определяющим преимущество гусеничных машин перед колесными, выступает *величина буксования* ходовых систем, которая имеет широкий спектр значений в зависимости от почвенного фона работы МТА. Понятно, что уровень буксования, оцениваемый численно коэффициентом буксования, определяет и тяговые свойства машин и КПД ходовой части (а, следовательно, расход

топлива и перетираание почвенных агрегатов). Можно принять, что коэффициент буксования гусеничного движителя по поверхности обмолоченного поля после уборки зерновых колосовых культур – стерне зерновых, – составляет 3...4%, но так же, как и в первом случае, это математическое ожидание. Эта величина *представляет неотъемлемое свойство ходовой системы именно гусеничного трактора* (у колесного рабочее буксование – до 12 и даже до 15%).

*В-третьих*, важным показателем функционирования гусеничных машин (да и всех других) представляется тяговый КПД. Его величина характеризует и определяет ту часть тягового усилия на крюке трактора, которую трактор как мобильная энергосистема «выделяет» на положительную работу. Это значит, что конкретная сцепная масса трактора может обеспечить силу тяги на крюке, пропорциональную тяговому КПД, который для гусеничного ходового аппарата определяется величиной 0,6...0,65 – при допустимой величине буксования, – также в зависимости от фона, на котором трактор работает.

Наконец, *в-четвертых*, рассматривается свойство ходовой системы трактора, вплотную примыкающее к описанным выше, но в разной степени, и относящееся к экологической сбалансированности техногенного взаимодействия с параметрами продукционных агроэкосистем. Речь идет о вредном для пахотного слоя упоминавшемся выше *процессе перетирания агрегатов почвы*, который (процесс), в свою очередь, приводит к ухудшению продуктивных качеств почвы, снижению урожайности и образованию (или одному из источников образования) ветровой эрозии почвы.

Многолетние исследования этого процесса показали, что его интенсивность весьма жестко коррелирует с коэффициентом буксования ходовых систем: чем выше последний, тем больше перетираание агрегатов, тем разрушительнее процесс. Приведенные здесь – это основные свойства гусеничных машин (по-видимому, в большей степени их ходовых аппара-



тов). Фактически можно считать, что изучение этих свойств началось одновременно с массовым применением гусеничных тракторов в отечественном сельхозпроизводстве, и продолжается в настоящее время. Можно отметить, по крайней мере, два стимулирующих фактора в этом изучении: **во-первых**, постоянное сопоставление технико-эксплуатационных и агротехнологических параметров гусеничных и колесных тракторов, выявление реальных преимуществ коренного значения той или иной машин до сих пор не представляется возможным по субъективным причинам (это на наш взгляд); **во-вторых**, агропромышленный комплекс любой страны (даже развитой), особенно в условиях рискованного земледелия представляет собой ярко выраженную стохастическую систему.

Оценивая эффективность энергосредств на базе гусеничных тракторов необходимо заметить:

– базовые технологические свойства всех четырех поколений гусеничных машин, созданных к нашему времени и вновь возвращающимся к этой проблеме уже сейчас (трактор «Руслан», в частности) имеют устойчиво одинаковые значения, которые в определенной степени соответствуют требованиям экологического баланса технического процесса в продукционных агроэкосистемах;

– имея в виду названное определяющее качество гусеничных машин, считая его постулатом в технологическом оснащении АПК, создалась возможность технологического совершенствования мобильных энергосредств, которая, однако, использована не в полной мере, что пока не позволило иметь адекватные для АПК мобильные энергосредства с гусеничными двигателями.

#### Литература

1. Русанов, В.А. Проблема переуплотнения почв двигателями и эффективные пути ее решения / В.А. Русанов. – Москва: РАСХН, ВИМ, 2000. – 368 с.

2. Российская технологическая платформа «Инновационные машинные технологии сельского хозяйства» (утвержд. на заседании Президиума Совета при Президенте РФ по модернизации и инновационному развитию России, 24 июня 2016 г., протокол № 3).

3. Traffic safety fundamentals of track-type tractors on the on-farm roads of agricultural enterprises / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Petrenko N.V., Sergeev N.V., Pyatikopov S.M. // Asia Life Sciences. 2019. Т. 28. № 1. С. 205-228.

4. Трактор С-65 «Сталинец». [www.techstory.ru](http://www.techstory.ru); [avtomach.ru](http://avtomach.ru)

5. Трактор ДТ-54/<https://www.sul.ru/article/328144/traktor-dt-technichskienarakteristili-foto>

6. Безопасность при эксплуатации гусеничных тракторов во время выполнения технологических операций / Липкович И.Э., Егорова И.В., Сергеев Н.В., Петренко Н.В., Олдырев С.М. // Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 3 (47). С. 78-94.

7. Справочная книга по зерновым комбайнам. – Москва: Сельхозгиз, 1959. – 372 с.

8. Липкович, Э.И. Трактор Т-250: жизнь и судьба / Э.И. Липкович // Тракторы и сельхозмашины, 2012. – № 8. – С. 3–12.

9. Трактор «Руслан». <http://vgtz-traktor.ru/produkciya/traktory/agromash-ruslan>

10. Липкович, Э.И. Совершенствование мобильных энергосредств / Э.И. Липкович // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 10. – С. 2-8.

11. Основы безопасности движения гусеничных тракторов на дорогах предприятий АПК / Липкович И.Э., Егорова И.В., Петренко Н.В. // В сборнике: Техносферная безопасность, надежность, качество, энерго - и ресурсосбережение материалы 21 Международной научно-практической конференции. 2019. С. 177-210.

### References

1. Rusanov, V.A. Problema pereuplotnenija pochv dvizhiteljami i jeffek-tivnye puti ee reshenija / V.A. Rusanov. – Moskva: RASHN, VIM, 2000. – 368 s.

2. Rossijskaja tehnologicheskaja platforma «Innovacionnye mashinnye tehnologii sel'skogo hozjajstva» (utverzhd. na zasedanii Prezidiuma Soveta pri Prezidente RF po modernizacii i innovacionnomu razvitiju Rossii, 24 ijunja 2016 g., protokol № 3).

3. Traffic safety fundamentals of track-type tractors on the on-farm roads of agricultural enterprises / Lipkovich I.E., Egorova I.V., Petrenko N.V., Sergeev N.V., Pyatikopov S.M. // Asia Life Sciences. 2019. Т. 28. № 1. S. 205-228.

4. Traktor S-65 «Stalinez». [www.techstory.ru](http://www.techstory.ru); [avtomach.ru](http://avtomach.ru)

5. Traktor DT-54/<https://www.sul.ru/article/328144/traktor-dt-technichskienarakteristili-foto>

6. Bezopasnost' pri jekspluatacii gusenichnyh traktorov vo vremja vypolnenija tehnologicheskijh operacij / Lipkovich I.Je., Egorova I.V., Sergeev N.V., Petrenko N.V., Oldyrev S.M. // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2019. № 3 (47). S. 78-94.

7. Spravochnaja kniga po zernovym kombajnam. – Moskva: Sel'hozgiz, 1959. – 372 s.

8. Lipkovich, Je.I. Traktor T-250: zhizn' i sud'ba / Je.I. Lipkovich // Traktory i sel'hoz-mashiny, 2012. – № 8. – S. 3–12.

9. Traktor «Ruslan». <http://vgtz-traktor.ru/produkciya/traktory/agromash-ruslan>

10. Lipkovich, Je.I. Sovershenstvovanie mobil'nyh jenergosredstv / Je.I. Lipkovich // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2014. – № 10. – S. 2-8.

11. Osnovy bezopasnosti dvizhenija gusenichnyh traktorov na dorogah predpriyatij APK / Lipkovich I.Je., Egorova I.V., Petrenko N.V. // V sbornike: Tehnosfernaja bezopasnost', nadezhnost', kachestvo, jenergo - i resursosberezhenie materialy 21 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskijh konferencii. 2019. S. 177-210.