

УДК 629.3.014

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

АНАЛИЗ ОСНАЩЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ ЭНЕРГОСРЕДСТВ (МЭС) В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА БАЗЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

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*

В связи с сокращением численности сельского населения в нашей стране используется все более сложная и производительная техника. При механизации процесса растениеводства в области мобильной энергетики сложились три концепции, которые существенно отличаются по капитальным вложениям и трудозатратам в сельскохозяйственном производстве. Согласно им, мобильная энергетика может создаваться в виде тракторов, самоходных шасси и самоходных машин. В настоящее время

УДК 629.3.014

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

ANALYSIS OF EQUIPMENT FOR MOBILE ENERGY VEHICLES (MEV) IN AGRICULTURE BASED ON WHEEL TRACTORS

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

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

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

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

Due to the decline in the rural population in our country, increasingly complex and productive equipment is used. When mechanizing the crop production process in the field of mobile energy, three concepts have emerged that differ significantly in capital investments and labor costs in agricultural production. According to them, mobile energy can be created in the form of tractors, self-propelled chassis and self-propelled machines. Currently, the main means of generating energy in agriculture is the

основным средством получения энергии в сельском хозяйстве является трактор, он же колесный трактор. Пополнение автопарка тракторами позволяет снизить капитальные затраты. Однако резервы производительности труда тракторных машин и тракторных агрегатов с традиционными системами компоновки исчерпываются. Поэтому необходимо найти новые пути реализации мощности тракторных двигателей. Повышению производительности труда будет способствовать дальнейшая специализация тракторов, создание садовых, тепличных, а также тракторов для культур технических работ и культивации с высокими мощностными и тяговыми характеристиками. Нами рассмотрена общая характеристика средств передвижной энергетики сельскохозяйственного назначения и установили, что гусеничные и колесные машины по своему техническому устройству мало отличаются друг от друга. Обе эти группы машин одинаково агрегируются с технологическими шлейфами, используя либо задние навесные устройства, либо задние же прицепные устройства и задние ВОМ. Кроме того, было установлено, что тракторы меньших классов, особенно класса 1,4, являются более экологичными в сельскохозяйственном процессе, чем более тяжелые тракторы класса 3 и выше

Ключевые слова: ТРАКТОР, СЕЛЬСКОЕ НАСЕЛЕНИЕ, СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА, МЕХАНИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА, МОБИЛЬНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, КОЛЕСНАЯ МАШИНА, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

tractor, also known as a wheeled tractor. Replenishing the vehicle fleet with tractors allows you to reduce capital costs. However, the labor productivity reserves of tractor machines and tractor units with traditional layout systems are being exhausted. Therefore, it is necessary to find new ways to realize the power of tractor engines. The increase in labor productivity will be facilitated by the further specialization of tractors, the creation of garden, greenhouse, and also tractors for technical work and cultivation crops with high power and traction characteristics. We examined the general characteristics of mobile energy vehicles for agricultural purposes and found that tracked and wheeled vehicles differ little from each other in their technical design. Both of these groups of machines are identically aggregated with technological trains, using either rear hitches, or rear tow hitches and rear PTOs. In addition, it has been found that smaller classes of tractors, especially class 1.4, are more environmentally friendly in the agricultural process than heavier tractors of class 3 and above

Keywords: TRACTOR, RURAL POPULATION, AGRICULTURE, ENERGY VEHICLE, LABOR PRODUCTIVITY, MECHANIZATION OF CROP PRODUCTION, MOBILE ENERGY VEHICLE, WHEELED VEHICLE, AGRICULTURAL PRODUCTION, FARMING

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-196-009>

В связи с сокращением сельского населения нашей стране применяются все более сложные и производительные машины.

При механизации процессов в растениеводстве в области мобильной энергетики сложились три концепции, существенно отличающихся по величине капитальных вложений и затрат труда в сельскохозяйственное производство. В соответствии с этим, мобильная энергетика может создаваться в виде тракторов, самоходных шасси и самоходных машин. Каждой из этих концепций свойственны определенные преимущества и недостатки.

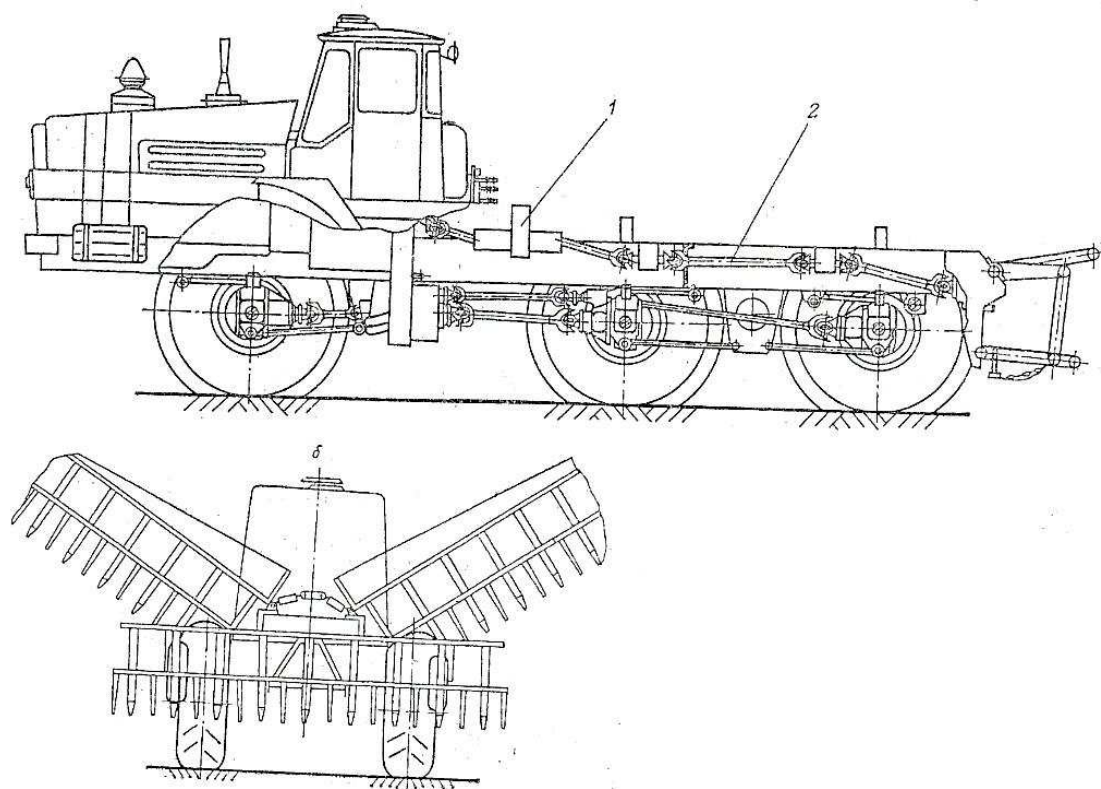
<http://ej.kubagro.ru/2024/02/pdf/09.pdf>

В настоящее время основным энергетическим средством в сельском хозяйстве является трактор, причём колесный трактор, несмотря на наличие операций, предусматривающих применение гусеничных машин. Комплектование парка тракторами позволяет снизить капитальные затраты. Однако резервы повышения производительности труда машинно-тракторных агрегатов, созданных на базе тракторов с традиционными компоновочными схемами исчерпаны. Поэтому необходимо изыскивать новые пути реализации мощности тракторных двигателей.

Повышению производительности труда способствует дальнейшая специализация тракторов, создание садовых, парниковых, а так же трактора для культур технических работ и мелиорации с высокими мощностями и тяговыми показателями. В последнее время появились тракторы, выполненные по новым компоновочным схемам, например с передним расположением кабины и грузонесущей площадкой. Разрабатываются специальные орудия, которые легко навешиваются на трактор, преобразуя его в самоходную сельскохозяйственную машину. Все это даёт основание считать, что тракторы еще длительное время будут применяться для механизации процессов в растениеводстве.

Общеизвестно, что повышение производительности труда в растениеводстве связано с дальнейшим увеличением мощности сельскохозяйственных тракторов. Хотя реализация проектов перспективных мобильных энергетических средств мощностью двигателей свыше 736 к Вт была уже возможна в начале восьмидесятых годов. Но производственная необходимость требовала дальнейшего развития этой тематики в плане совершенствования агрегатов и технологических процессов с целью получения наибольшей гибкости и приспособленности их к естественно-технологическим условиям. Учитывая эти требования, компания ВИМ создала МЭС для нечерноземных территорий с двигателем мощностью 184 кВт, который представляет собой трехосный трактор, построенный на уз-

лах и агрегатах трактора Т-150 (рис. 1) [1, 2].

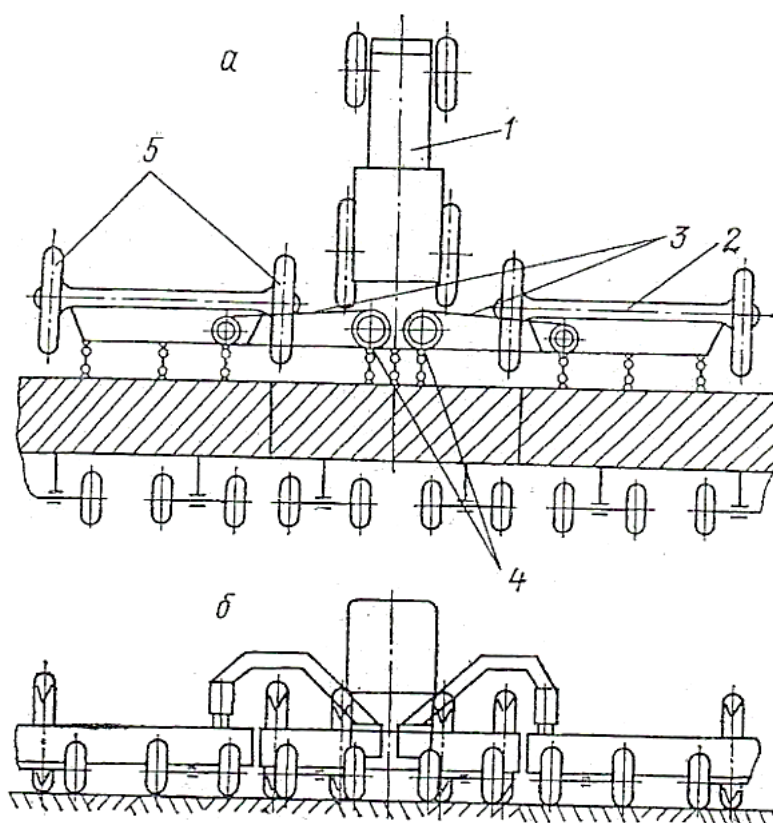


а – вид сбоку без орудий (1– насосная станция; 2 – карданный вал ВОМ);

б – вид сзади (орудия находятся в транспортном положении)

Рисунок 1 – Мобильное энергетическое средство (ВИМ)

Управление этим МЭС осуществлялась поворотом передних и задних колес с помощью гидропривода. С целью копирования неровностей на всех мостах установлена гидропневматическая подвеска, причём упругие элементы второго и третьего мостов соединены гидравлическим баланси-ром. Задний механический независимый односкоростной ВОМ позволяет отбивать 80% мощности. Для гидроотбора мощности предусмотрена насосная станция мощностью 80,9 кВт. Второй вариант МЭС представлен на рисунке 2.



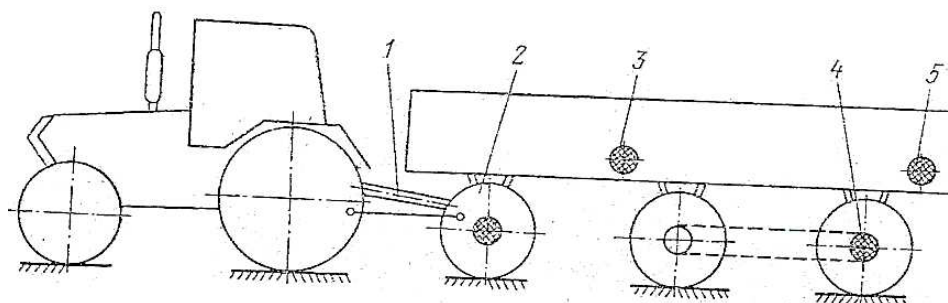
а – вид сверху; *б* – вид сзади

Рисунок 2 – Мобильное энергетическое средство

Оно включает тяговое средство повышенной мощности 1 и два одноосных технологических модуля с ведущими колёсами 2. Энергетические и технологические модули соединены с помощью сцепки 3 и оснащены механизмами навески. В зависимости от вида выполняемых работ на модули могут быть навешаны различные сельскохозяйственные машины. Технологические модули могут разворачиваться путём поворота крыльев сцепки вокруг вертикальных шарниров 4 и образовывать широкозахватный агрегат. Использование описанной конструкции МЭС позволяет отказаться от использования тяжелых тяговых колес на тракторах и снижает нормальную и тангенциальную нагрузки, передаваемые колесами одной оси.

На рисунке 3 показана МЭС в агрегате с прицепом – разбрасывателем органических удобрений ПРТ-10. Прицепы ПРТ-10 входят в комплекс

машин к трактору класса 30 кН и буксировался с помощью гидрокрюка. МЭС было выполнено на базе трактора класса 20 кН с двигателем повышенной мощности.



- 1 – карданный вал ВОМ; 2 – подкатная тележка с ведущим мостом;
3 – электромотор-редуктор привода транспортера; 4 – электромотор-колеса; 5 – электромотор-редуктор привода метателя

Рисунок 3 – Мобильное энергетическое средство (ЦНИИМЭСХ) в агрегате с разбрасывателем удобрений

Для агрегатирования МЭС с ПРТ-10 и повышения продольной устойчивости агрегата с трактором класса 20 кН ПРТ-10 дополнительно оборудовалось ведущей подкатной тележкой. Привод колес тележки осуществлялся с помощью карданного вала от синхронного ВОМ. Привод задних опорных колес прицепа ввиду больших угловых отклонений МЭС и ПРТ-10 и трудности кинематического согласования механического привода осуществляется с помощью электромотор-колес.

Необходимо ответить, что при разработке МЭС и обосновании их параметров возникают задачи, связанные с выбором параметров колесного трактора: колесной схемы, типа и параметров межосевого и межколесного приводов, нормальных нагрузок и параметров ходовой системы, а так же систем их поворотов. Поэтому перейдем к анализу развития оснащения МЭС колесными тракторами

В 1963 году появился опытно-промышленный образец колесного трактора класса 5 – трактора К-700 массой 11000 кг мощностью 220 л.с. (ДВС ЯМЗ-238 в восьмицилиндровом V-образном исполнении; модерни-

зиро-ванные варианты ДВС производятся серийно и сейчас и востребованы тракторостроителями). Это был первый в нашей стране трактор такого класса специально для сельскохозяйственного производства. Общий вид машины представлен на рисунке 4 .

Первое поколение колесных тракторов в послереволюционном сельхозпроизводстве нашей страны появилось в начале тридцатых годов и представляло собой машины на металлических колесах. ДВС мощностью в 15 л.с. работал на керосине. Трактор имел тяговую скобу для агрегатирования с прицепными орудиями и машинами. Общий вид тракторов первого поколения в нашей рубрикации представлен на рисунке 5.



Рисунок 4 – Общий вид трактора К-700

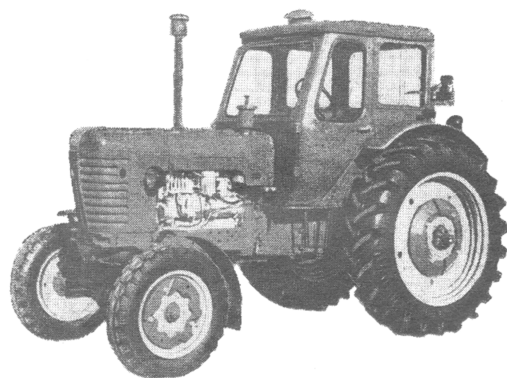


Рисунок 5 – Колесный трактор первого поколения

Второе поколение может быть представлено машинами МТЗ-2, МТЗ-5, МТЗ-5ЛС мощностью от 32 до 45 л.с.; при этом, последняя машина имела отдельно-агрегатную гидросистему. Строго говоря, МТЗ-50 можно было бы отнести уже к третьему поколению тракторов класса 1,4 тс. Но по условиям эргономичности трактор МТЗ-5ЛС не соответствует третьему поколению.

На рисунке 6 представлены общие виды тракторов семейства МТЗ-50 (МТЗ-50Л, МТЗ-52, МТЗ-52Л), которые можно отнести к третьему поколению отечественных тракторов класса 1,4. Машины имели соответствующую

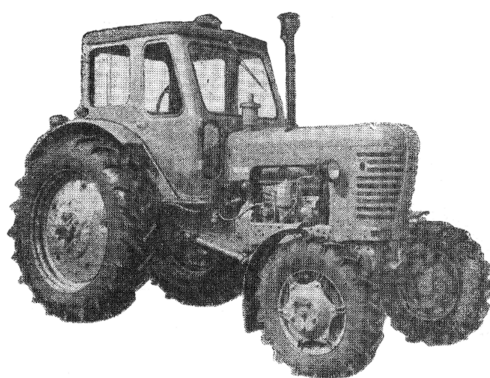
щие времени ДВС, отдельно-агрегатные гидравлические системы грузо-подъемностью 800 кгс на вылете центра тяжести относительно оси задних колес не более 1500 мм, цельнометаллическую кабину.



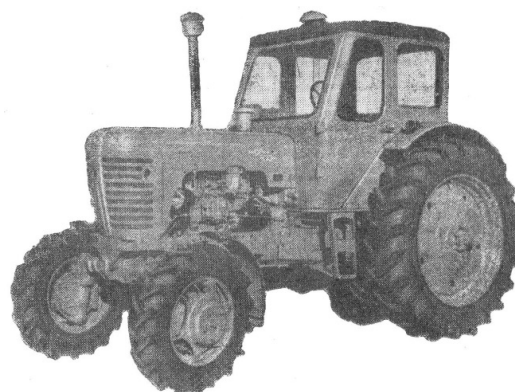
Трактор «Беларусь» МТЗ-50



Трактор «Беларусь» МТЗ-50Л



Трактор «Беларусь» МТЗ-52Л



Трактор «Беларусь» МТЗ-52

Рисунок 6 – Семейство тракторов МТЗ-50

На рисунке 7 представлен трактор «Беларусь» МТЗ-80/82 [4].



Трактор МТЗ-80

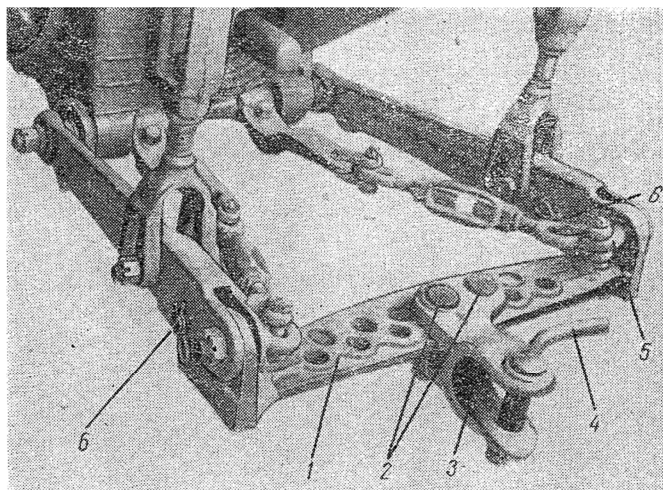


Трактор МТЗ-82

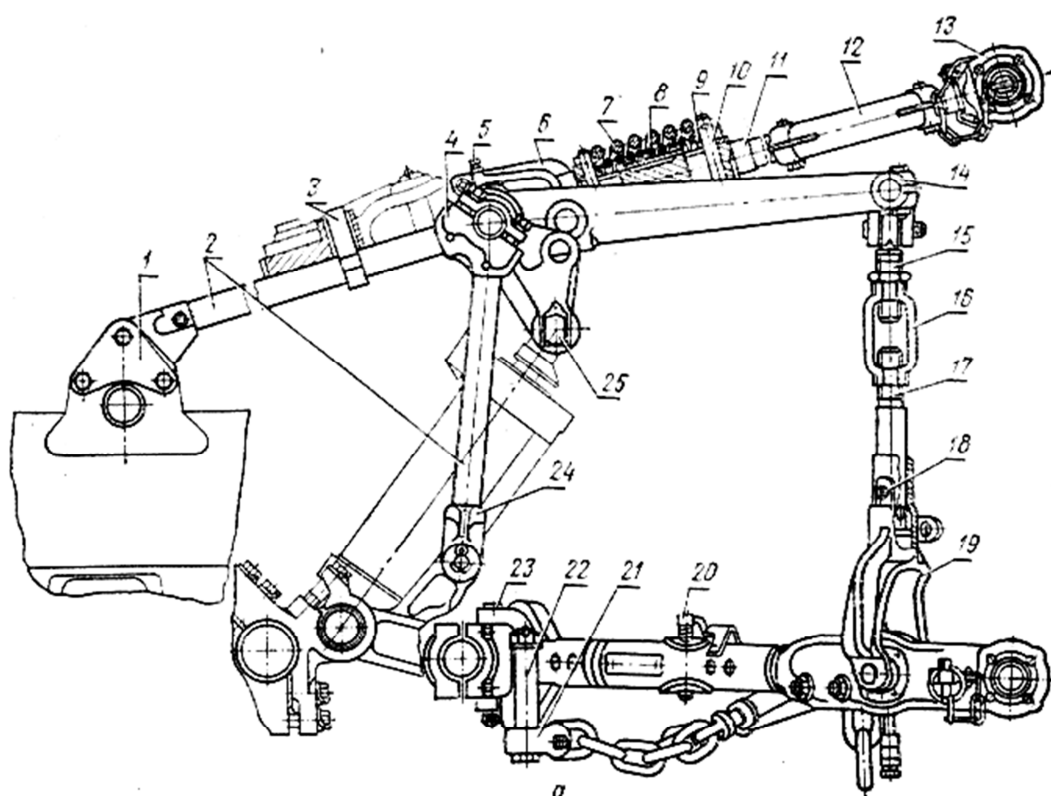
Рисунок 7 – Трактор «Беларусь» МТЗ-80/82

На рисунке 8 представлен общий вид прицепного устройства и на-

весной системы, которые практически оказались пригодными и для тракторов высокоэнергонасыщенных **четвертого поколения** мощностью 80/100 л.с.

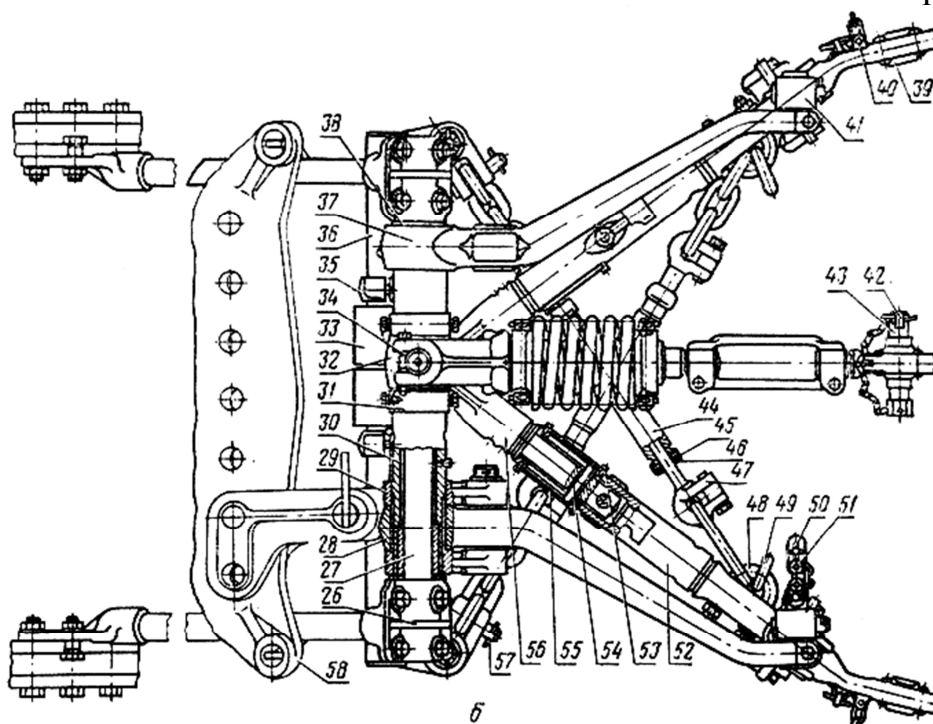


1 – поперечина; 2, 6 – палец; 3 – прицепная вилка; 4 – шкворень;
5 – проушина
а – прицепное устройство



вид сбоку

Окончание рисунка 8



вид сверху

1 – кронштейн стойки; 2 – стержни стоек; 3 – штырь; 4 – головка верхней оси; 5 – пресс-масленка; 6 – вилка верхней тяги; 7, 8 – пружины; 9 – опорная шайба; 10, 18, 23, 57 – пальцы; 12, 16, 44 – регулировочные муфты; 13 – задний винт; 14 – палец раскоса; 19 – вилка 20 – быстросъемный палец; 21 – серьга блокировочной цепи; 22 – палец прицепной скобы; 24 – вилка стойки; 25 – палец рычага штока; 26 – крышка верхней оси; 27 – верхняя ось; 28 – подъемный левый рычаг; 29 – рычаг штока; 30 – вал рычагов; 31 – ограничитель; 32 – траверса верхней тяги; 33 – головка нижней тяги; 34 – втулка; 35 – упор; 36 – нижняя ось; 37 – подъемный правый рычаг; 38 – упорная шайба; 39 – шаровая опора; 40 – задняя головка; 41 – серьга раскоса; 42 – чека; 43 – палец верхней тяги; 45 – обойма; 46 – уплотнительное кольцо; 47 – винт блокировочной цепи; 48 – стремянка; 49 – запасное звено; 50 – планка фиксатора; 51 – фиксатор; 52 – труба нижней тяги; 53 – болт; 54 – направляющий штифт; 55 – крышка; 56 – вилка нижней тяги; 58 – прицепная скоба

б – навесная система

Рисунок 8 – Прицепное устройство и навесная система

Уже в шестидесятых годах развитие системы колесных тракторов подвело разработчиков к необходимости создания высокоэнергонасыщенных тяжелых машин, но на колесном ходу. Длительные работы над новыми конструктивно-технологическими схемами колесных машин на ХТЗ: модель трактора в 90 л.с. с широкопрофильными шинами, модель колесного трактора с шестицилиндровым V-образным ДВС и с промежуточной машиной Т-125 – привели, наконец, к созданию *нового трактора* Т-150К, унифицированного по многим узлам с создававшимся тогда же гусеничным Т-150.

Трактор Т-150К имел ДВС мощностью 165 л.с. в шестицилиндровом V-образном исполнении, эксплуатационную массу в 7800 кг; класс тяги машины – 30 кН (рисунок 9). Особенностью машины были шарнирно сочлененная двухсекционная рама и коробка передач с шестернями постоянного зацепления. Трактор трудно отнести к какому-либо поколению, ибо предшественников у него нет. Машина успешно работает до сих пор (более 50 лет) и в настоящее время подвергается коренной модернизации (рисунок 10).



Рисунок 9 – Трактор Т-150К



Рисунок 10 – Трактор Т-150К
модернизированный

Вторая колесная машина, которая также разрабатывалась в начале шестидесятых годов, – тяжелый (в прямом смысле) колесный трактор К-700, который также не имел своего предшественника – это трактор, оснащенный

ный восьмицилиндровым V-образным ДВС мощностью 220 л.с. и массой в 11000 кг тягового класса 50 кН. Машина относительно быстро была подвергнута модернизации с доведением мощности ДВС до 300 л.с. (ЯМЗ-240 в двенадцатицилиндровом исполнении) массой 13000 кг при тех же остальных узлах.

В настоящее время проведена модернизация трактора – уже на Петербургском тракторном заводе. Трактор получил марку К-744 (три варианта по ДВС мощностью до 390 л.с. и будет наращиваться ещё), масса его возросла до 16,6...17 т. (рисунок 11).



Рисунок 11 – Трактор К-744 Петербургского тракторного завода

Итак, мы кратко обрисовали семейство *колесных* тракторов, производимых в России. Теперь рассмотрим их конструктивно-технологические особенности.

Конструктивно-технологические особенности колесной группы тракторов, которые предлагается рассмотреть на фоне таких же свойств гусеничных машин, следующие.

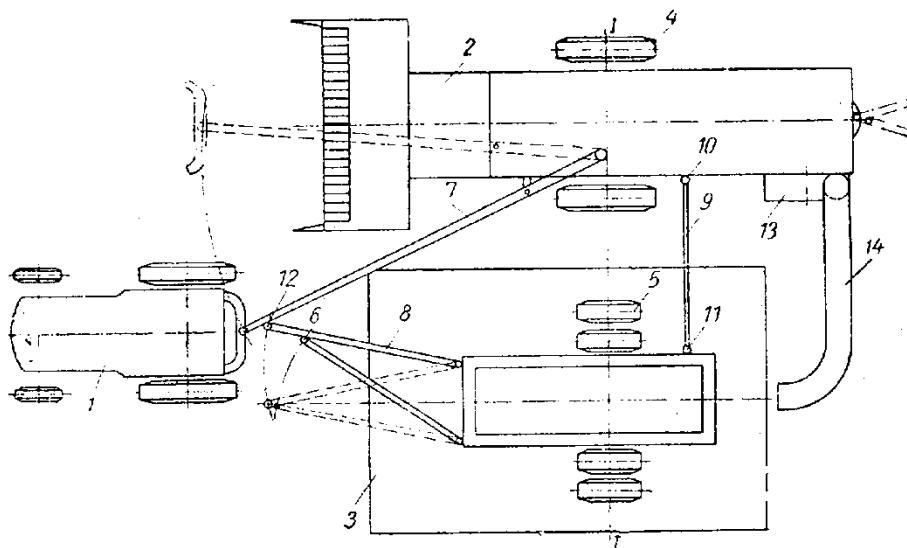
1. Отметим, что группа колесных машин, создававшаяся для отечественного АПК, начиная с 30-х годов прошлого века, и выпускающаяся сейчас в значительно меньших количествах, чем планировавшееся разработчиками, не представляет такой целостности подсистемы, как это имело

место при создании гусеничной мобильной энерготехники; в колесном исполнении системность, по крайней мере, до четвертого поколения включительно просматривается только применительно к тракторам относительно малого класса – 1,4 тс и ниже. Это означает, что группу (подсистему) колесных машин в отечественном АПК как в дореформенный период, так и в пореформенной России *считать отработанной не представляется возможным*.

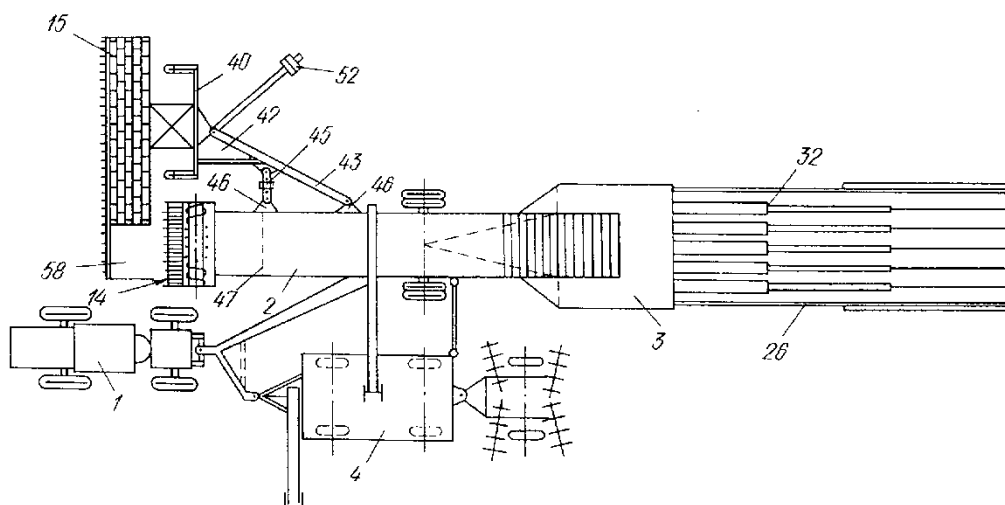
2. Схемы сопряжения как гусеничных, так и колесных машин с орудиями и другими технологическими средствами механизации совершенно одинаковы: применяются единые по ГОСТ задние навесные системы одинаковых конструктивно-технологических схем, включая и крюковые тягово-сцепные конструкции. Однако имеются практические решения использовать колесные тракторные средства для *привода безмоторных технологических машин*. Так, тяжелый колесный трактор К-700/701 даже разрабатывался (по крайней мере, при проектировании) не столько для традиционной работы с почвообрабатывающими орудиями и машинами или посевными агрегатами, сколько *для привода рабочих органов высокопроизводительного безмоторного комбайнового агрегата* (начало шестидесятых годов прошлого века): схема такого агрегата и конструкторская документация были разработаны в ГСКБ завода «Ростсельмаш», агрегат успешно прошел испытания на Северо-Кавказской МИС (рисунок 12).

Вторым примером здесь можно считать успешное применение колесного трактора Т-150К (в 70-х годах) для привода скоростного *безмоторного силосоуборочного комбайна КСС-2,6* на уборке силосных культур. Но это было лишь кажущееся преимущество колесного трактора по сравнению с гусеничным: привод безмоторного зерноуборочного комбайна успешно мог осуществлять тяжелый гусеничный трактор, например, Т-250 «Алттрак» (к сожалению, появился в опытном образце позднее) и трактор Т-150(гусеничный) – для привода силосоуборочного безмоторного ком-

байна (такой агрегат, но с трактором ДТ-75 был рекомендован при проектировании силосоуборочных и кормоуборочных операций и применялся в производстве на уборке кукурузы на силос).



а – с высокопроизводительным комбайном и копнителем соломы;



б – с прицепным комбайном и соломоподборщиком

Рисунок 12 – Схемы агрегатирования трактора класса 5 с безмоторными зерноуборочными машинами:

3. Особое, если угодно, коренное отличие от гусеничных тракторов имели (и имеют) колесные по экологической сбалансированности (точнее, несбалансированности) техногенных процессов в продукционных агроэкосистемах.

Сюда относятся следующие проблемы:

– повышенное до уровня 1,2...1,4 кг/см² удельное давление на поверхностный почвенный слой, что существенно снижает урожайность, как уже отмечалось: урожайность снижается до **35% на 50% обрабатываемой площади**. След от колеса образует «канавку» глубиной до 150 мм, в которую при посеве сваливаются семена в большом количестве. Но приведенные явления относятся, в основном, к тракторам класса 5 и выше, массой 13 и более т.

Строго говоря, такие колесные машины не должны использоваться в сельхозпроизводстве по экологическим соображениям;

– тяжелые колесные тракторы создают в пахотном и в подпахотном слое зоны **повышенной плотности по глубине до 800...1000 мм**; более того, заметное переуплотнение почвы хорошо просматривается на глубину до 40...45 см, что требует обязательного разрыхления – трудоемкой и энергоемкой операции, выполняемой специально разработанным глубокорыхлителем – чизельным плугом. Это явление также представляется существенным недостатком в применении тяжелых колесных тракторов. Таким образом, создававшийся для повышения производительности труда на наиболее трудоемких почвообрабатывающих операциях (трактор типа К-700 способен с навесным восьмикорпусным плугом обрабатывать ежедневно не менее 30 га на отвальной пахоте) трактор фактически не вписался в экологические требования к техногенным процессам, которые с ростом наших знаний постоянно ужесточаются, и использование его в существующей конструктивно-технологической схеме, в общем, неприемлемо;

– как установлено многочисленными исследованиями, недостатком колесных ходовых систем **в существующем исполнении** тяжелых тракторов (классов от 30 Н и выше) является повышенное буксование ходовых колес: в названных машинах оно допускается, как отмечалось, до 12 и даже 15%. Этот фактор настолько тяготил конструкторов при одновремен-

ном создании колесных и гусеничных тракторов одинаковых по классу тяги и фактически по массе – Т-150К и Т-150, что на колесной машине потребовалась установка ДВС в 165 л.с., а не в 150 л.с., как на гусеничной. Массовое использование обеих машин в сельхозпроизводстве подтвердило факт большого пережога горючего колесными машинами, – прежде всего, за счет повышенного буксования последних.

Далее, сравнительные характеристики тяговых свойств колесных и гусеничных машин также оказываются не в пользу первых: если гусеничная ходовая система обеспечивает тяговый коэффициент в 0,60...0,65, то колесная – только в 0,4...0,45. С точки зрения инженерной такое нерациональное использование сцепной массы машины, работающей в тяговом режиме, не может быть полезным.

Однако колесные машины обладают и некоторыми положительными свойствами, которые в определенной степени влияли на выбор этой техники для АПК отечественными топ-менеджерами.

Во-первых, применение пневматических колес позволяло обеспечить плавный ход по неровностям рельефа, а также по дорожному полотну в сельской местности. Без рессорных (пружинных) подвесок машины на современном колесном ходу дают возможность передвигаться со скоростью до 30...35 км/ч и даже до 40 км/ч.

Во-вторых, колесный движитель допускает движение по дорогам с твердым покрытием без повреждения последнего. Но в новое время применение резиноармированных (резинотросовых) гусениц в значительной мере сняло это преимущество колесного ходового аппарата.

В-третьих, система рулевого управления, которая применяется на колесных машинах, оказывается более адекватной при движении по почве, чем система управления гусеничными машинами; к тому же последняя значительно сложнее, имеет сложные механизмы и нерациональное перемещение почвы.

Но, тем не менее, коренные преимущества гусеничного трактора для сельскохозяйственного производства, несомненно, определяющие. Не случайно поэтому ряд стран с развитыми АПК, особенно США, сделали свой выбор в сторону гусеничного трактора, и с середины шестидесятых годов столь развили производство этой важнейшей машины в системе органического земледелия «русского типа», что уже более десятка лет (а, может, и дольше) экспортируют гусеничные трактора на их родину – в Россию, которые Россия почему-то у себя не производит, уже не имея для этой цели ни НИУ, ни конструкторских бюро, ни машиностроительных заводов.

Итак, мы провели общее описание мобильных энергосредств сельскохозяйственного назначения и установили, что в *технологическом* плане гусеничные и колесные машины мало чем отличаются друг от друга. Обе эти группы машин *одинаково* агрегатируются с технологическими шлейфами, используя либо задние навесные устройства, либо задние же прицепные устройства и задние ВОМ: других вариантов агрегатирования пока нет. Далее, установлено, что тракторы меньших классов, прежде всего класса 1,4, представляются в процессах земледелия более адекватными по экологическим соображениям, чем тяжелые – класса 3 и выше. К тому же тяжелые тракторы, по крайней мере, до четвертого поколения включительно не получили широкого применения как мобильные энергосредства для тяжелых же (высокопроизводительных) безмоторных технологических машин, что привело к созданию целой, очень сложной и дорогой подотрасли самоходных машин: зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, картофелеуборочных и свеклоуборочных комбайнов – чрезвычайно сложных машин, кукурузоуборочных машин и даже самоходных опрыскивателей; и вся эта техника постоянно усложняется.

Литература

1. Липкович, Э.И. Совершенствование мобильных энергосредств / Э.И. Липкович // Техника и оборудование для села. – 2014. – № 10. – С. 2-8.
2. Оценочные характеристики некоторых параметров условий труда операторов

самоходных сельскохозяйственных машин / Липкович И.Э., Егорова И.В., Петренко Н.В. // Вестник аграрной науки Дона. 2020. № 1 (49). С. 72-81.

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

4. 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).

5. Исследование влияния угла склона на дисбаланс нагружения бортов колёсной машины и изменение направления вектора центра тяжести / Ю.Г. Горшков, И.Н. Старунова, А.А. Калугин и др. // Научное обозрение. – 2014. – № 1. – С. 28–32.

6. Санжапов, Р.Р. Анализ влияния базы на устойчивость движения / Р.Р. Санжапов, Е.В. Балакина // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2011. – № 8. – С. 21–24.

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

9. Fitts, P.M. Human engineering for an effective air navigation and traffic control system / P.M. Fitts. – Washington, D.C.: National Research Council, 2010, 125 p.

10. Охрана труда при техническом сервисе на сельскохозяйственном предприятии / Липкович И.Э., Украинцев М.М., Егорова И.В., Пятикопов С.М., Жолобова М.В., Петренко Н.В., Панченко С.В., Токарева А.Н., Матвейкина Ж.В., Гайда А.С. // Зерноград, 2022.

11. Направления ресурсосбережения в базовой сельхозтехнике / Липкович Э.И. // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 3. С. 7-11.

References

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

2. Ocenochnye harakteristiki nekotoryh parametrov uslovij truda operatorov samohodnyh sel'skohozjajstvennyh mashin / Lipkovich I.Je., Egorova I.V., Petrenko N.V. // Vestnik agrarnoj nauki Dona. 2020. № 1 (49). S. 72-81.

3. Rusanov, V.A. Problema pereuplotnenija pochv dvizhiteljami i jeffektivnye puti ee reshenija / V.A. Rusanov. – Moskva: RASHN, VIM, 2000. – 368 s.

4. 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).

5. Issledovanie vlijanija ugla sklona na disbalans nagruzhenija bortov koljosnoj mashiny i izmenenie napravlenija vektora centra tjazhesti / Ju.G. Gorshkov, I.N. Starunova, A.A. Kalugin i dr. // Nauchnoe obozrenie. – 2014. – № 1. – S. 28–32.

6. Sanzhapov, R.R. Analiz vlijanija bazy na ustojchivost' dvizhenija / R.R. Sanzhapov, E.V. Balakina // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. – 2011. – № 8. – S. 21–24.

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

9. Fitts, P.M. Human engineering for an effective air navigation and traffic control system / P.M. Fitts. – Washington, D.C.: National Research Council, 2010, 125 r.

10. Ohrana truda pri tehničeskom servise na sel'skohozjajstvennom predprijatii / Lipkovich I.Je., Ukrainev M.M., Egorova I.V., Pjaticopov S.M., Zholobova M.V., Petrenko N.V., Panchenko S.V., Tokareva A.N., Matvejkina Zh.V., Gajda A.S. // Zernograd, 2022.

11. Napravlenija resursosberezhenija v bazovoj sel'hoztehnikе / Lipkovich Je.I. // Sel'skohozjajstvennye mashiny i tehnologii. 2016. № 3. S. 7-11.