

УДК 631.3-181.4

Модульное энерготехнологическое средство МЭС-300 кл. 3-5

Д-ра техн. наук Г.М. КУТЬКОВ, А.В. РОСЛАВЦЕВ (МГАУ),
канд-ты техн. наук В.Г. ИВАНИЦКИЙ (НАТИ),
В.Т. НАДЫКТО, В.Д. ЧЕРЕПУХИН (ЮФ ИМЭСХ), В.А. ХАУСТОВ,
инж-ры С.Л. АБДУЛА (ХТЗ), Е.Э. ГУРКОВСКИЙ (ХГПУ)

Коллективами специалистов НАТИ, МГАУ (Москва), ХТЗ, ЮФ ИМЭСХ, ХГПУ (Украина) осуществлен комплекс научно-исследовательских и конструкторских работ с целью расширения технологических возможностей, повышения универсальности и производительности колесных тракторов кл. 3. Задачу решали на основе использования тягово-энергетической концепции трактора [1].

КОНСТРУКЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

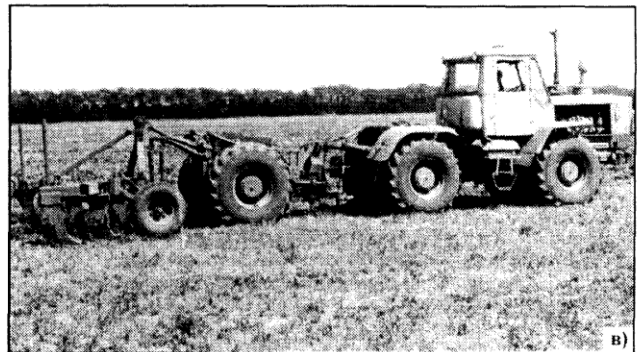
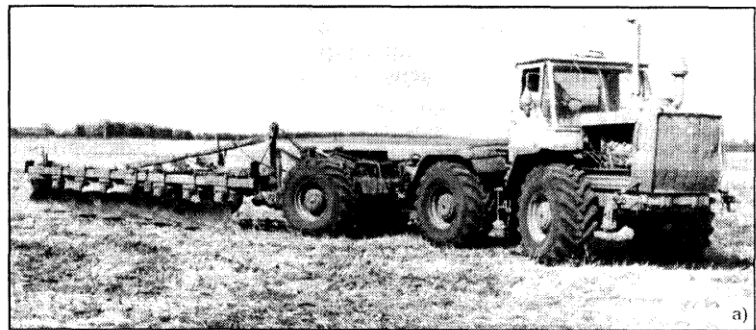
Модульное энерготехнологическое средство МЭС-300 кл. 3-5 разработано на основе трактора Т-150К. По конструктивной схеме оно подобно МЭС-200, созданному ранее специалистами НАТИ, МГАУ и МТЗ на основе трактора кл. 2 (МТЗ-142).

МЭС-300 (см. рисунок) состоит из энергетического и технологического модулей (ЭМ и ТМ). ЭМ – трактор Т-150К, отличающийся от серийной машины двигателем повышенной мощности, наличием синхронного ВОМ и незначительно измененной раздаточной коробкой. ТМ – это еще один (третий) мост трактора Т-150К, оборудованный навесной системой трактора К-701. На этом мосту смонтирован согласующий редуктор, который служит для привода колес ТМ, кинематически согласованного с приводом колес трактора. Техническая характеристика МЭС-300 представлена в табл. 1.

ТМ соединяется с ЭМ навесным устройством трактора Т-150К. Вертикальный шарнир рамы ТМ снаб-

жен двумя гидроцилиндрами, допускающими при повороте МЭС взаимный поворот на 30° передней и за-

дней частей рамы в обе стороны в горизонтальной плоскости. Рама ТМ может также поворачиваться на



МЭС-300:
а – с плугом ПЛН-7-40;
б – с культиватором-плоскорезом КПШ-9; в – с плугом-чизелем ПЧ-4.5

Таблица 1

Техническая характеристика МЭС-300

Показатели	ЭМ	ТМ	МЭС
Эксплуатационная масса, кг	8140	3960	12100
Мощность двигателя (СМД-601), кВт	162-190 (регулируется)		
Продольная база, м	2,86	-	5,87
Колея, м	1,68-1,86		
Размер шин	(21,3-24) Р		
Габаритные размеры (с навесным механизмом ТМ), м	2,22×2,825×9,365		

$\pm 15^\circ$ в поперечно-вертикальной плоскости относительно рамы ЭМ, что необходимо для копирования МЭС неровностей профиля пути.

МАНЕВРЕННОСТЬ, УПРАВЛЯЕМОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Одним из показателей маневренности трактора, регламентированных стандартом, является минимальный радиус поворота. Испытаниями [2] установлено, что этот показатель для МЭС без подтормаживания колес отсающей стороны составляет 8,6-9,2 м при заблокированном вертикальном шарнире и 7-7,5 м - при разблокированном. Минимальный радиус поворота трактора Т-150К равен 7 м. Отмеченная разница практически не снижает маневренности МЭС-300. Вертикальный шарнир, соединяющий ТМ и ЭМ, управляется гидроцилиндром, поэтому даже при движении задним ходом не возникают затруднения в связи с большей базой и наличием в составе МЭС-300 трех мостов.

Несмотря на примерно одинаковые минимальные радиусы поворота МЭС-300 и Т-150К, минимальная ширина поворотной полосы МТА на базе первого на 3,5 м шире вследствие большей ширины и длины выезда агрегата. Однако это не приводит к заметному росту непроизводительных затрат времени и не оказывает существенного влияния на производительность.

Сопоставляя между собой МТА на основе трактора Т-150К и МЭС, следует отметить, что вторые имеют значительно лучшие показатели по устойчивости движения. Это объясняется тремя факторами:

◆ МЭС имеет колесную формулу 6К6 и большую базу;

◆ при движении на гоне вертикальный шарнир, соединяющий ТМ и ЭМ, блокируют, вследствие чего

два задних моста превращаются в общую тележку с жестко закрепленными на одной раме двумя мостами;

◆ в составе пахотного агрегата МЭС работает с плугом более широкого захвата (примерно на два корпуса) при такой же колее, как у трактора Т-150К, поэтому смещение точки присоединения плуга от оси симметрии у МЭС меньше, чем у Т-150К. Следовательно, и боковая сила увода в агрегате на основе МЭС меньше.

Реакции трактора Т-150К и МЭС на управляющее воздействие водителя (поворачиваемость) практически не отличаются. Поэтому вследствие высокой устойчивости прямолинейного движения управляемость в целом у МЭС значительно лучше. В большинстве случаев водитель МЭС производил управляющих воздействий на 20-25 % меньше, чем водитель трактора Т-150К. При предельной тяговой нагрузке это отличие достигало 50 %. Амплитуда угла поворота рулевого колеса у МЭС также меньше - 0,6-1,15 рад. против 0,7-1,35 рад. у Т-150К.

Помимо отмеченного, при работе на почвах нормальной влажности и структуры трактор Т-150К обрушивает борозду и, как правило, дви-

жется далее по ней, непрерывно разрушая стенку, пока колесо не встретится с более плотным и твердым участком почвы. Это нарушает технологический процесс, снижает агротехническое качество операции. Попытки выйти из борозды повышают физическое и нервное напряжение тракториста.

Это явление происходит вследствие вынужденного движения колеса трактора Т-150К на небольшом расстоянии от кромки борозды из-за несоответствия ширины колеи трактора и захвата плуга. Пахотные агрегаты на основе МЭС лишены этого недостатка.

ТЯГОВО-ЦЕПНЫЕ И ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Основное положение тягово-энергетической концепции трактора - достижение максимального тягового КПД при двух крайних значениях тягового усилия. Для МЭС-300 это 30 и 50 кН.

В табл. 2 приведены показатели сравниваемых машин. Они с достаточной степенью точности позволяют сделать вывод о том, что МЭС-300 по всем параметрам соответствует трактору кл. 5. Следовательно, возможно создание на основе серийно выпускаемого трактора кл. 3 энергетического средства, которое может развивать тяговое усилие 30 или 50 кН (в зависимости от комплектации) при максимальном тяговом КПД. На практике это осуществляется подсоединением и отсоединением ТМ с помощью имеющихся на серийном тракторе устройств.

Балансированием ЭМ на основе трактора Т-150К можно получать промежуточные значения тягового

Таблица 2

Тягово-энергетические показатели

Показатели	Т-150К	МЭС-300	К-701
Эксплуатационная масса, кг	8140	12100	13690
Мощность двигателя, кВт	127	162	198
Максимальная тяговая мощность, кВт	85	123	140
Условный тяговый КПД	0,67	0,76	0,70
Энергонасыщенность, кВт/кг	0,016	0,013	0,014
<i>При максимальной тяговой мощности:</i>			
Тяговое усилие, кН	36	56	55
Скорость движения, км/ч	8,6	8,1	9,3
Буксование движителей, %	9,5	8,5	10,0

усилия трактора в диапазоне 30–50 кН при максимальном тяговом КПД.

Данные тяговых и тягово-динамических испытаний свидетельствуют о том, что МЭС-300 обладает более высокими тягово-сцепными и тягово-энергетическими показателями в сравнении с двухосными тракторами тяговой концепции. Так, у МЭС-300 выше тяговый КПД и меньше буксование (см. табл. 2). Большее число ведущих колес увеличивает удельные показатели сцепления движителей с почвой. По этой же причине МЭС, как трехопорная динамическая система, эффективнее демпфирует горизонтальные и вертикальные колебания, возникающие при работе МТА.

Из таблицы следует, что наиболее высокой энергонасыщенностью обладает трактор Т-150К, а самой низкой – МЭС-300. Эксплуатационно-технологические показатели последнего могут быть повышены путем его оснащения двигателем большей мощности (180–200 кВт).

ТРУДОЕМКОСТЬ АГРЕГАТИРОВАНИЯ МТА НА ОСНОВЕ МЭС-300

Энергетический и технологический модули МЭС-300 соединяются с помощью устройств, которыми

оснащены серийные тракторы. Хронометражем получены следующие показатели трудоемкости присоединения: нижних тяг заднего навесного устройства ЭМ – 0,08; центральной тяги ЭМ – 0,02; карданного вала – 0,33; гидросистемы – 0,04 чел-ч. Всего на эти операции требуется 0,47 чел-ч.

Трудоемкость расстыковки ЭМ и ТМ не превышает 0,4 чел-ч, в том числе: нижних тяг ЭМ – 0,04; центральной тяги – 0,02; карданного вала – 0,33; гидросистемы – 0,01 чел-ч.

Плуг присоединяется к МЭС-300 одним механизатором за 15 мин, т.е. трудоемкость агрегатирования составляет 0,25 чел-ч.

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Эксплуатационно-технологические испытания МЭС проводили на вспашке, плоскорезной обработке и чизелевании почвы. Условия работы сравниваемых агрегатов были экстремальными для юга Украины. Среднее значение влажности почвы обрабатываемого поля в слое 0–15 см составляло 11,8–12,8 %, твердости – 2,8–3,1 мПа.

Результаты показывают (табл. 3), что сменная производительность пахотного агрегата на основе МЭС

по сравнению с агрегатами на базе тракторов гусеничного Т-150 и колесного Т-150К больше соответственно на 66,3 и 68 %. Основная (чистая) производительность у нового агрегата выше соответственно на 68 и 73,9 %. Прирост производительности МТА на основе МЭС-300 получен за счет увеличения ширины захвата (в 1,6 раза) и скорости рабочего движения (на 5,1–9,1 %). Его топливная экономичность также выше: погектарный расход топлива ниже по сравнению с агрегатами на базе Т-150 на 20,1 % и Т-150К – на 43,9 %.

Анализ хронометражных наблюдений показал (см. табл. 3), что и на плоскорезной обработке почвы эксплуатационно-технологические показатели МЭС более высокие. Сменная производительность и погектарный расход топлива у агрегата МЭС-300 + КПШ-9 находятся на уровне нормативных показателей для аналогичного МТА на основе трактора К-700А, имеющего эксплуатационную массу 12800 кг и мощность двигателя 158 кВт. В одинаковых почвенных условиях агрегат Т-150К + КПШ-5 имел производительность на 40 % ниже, чем МТА на основе МЭС-300, причем глубина обработки почвы у первого не более 12 см, у второго – 16 см.

Таблица 3

Сравнительные эксплуатационно-технологические показатели различных МТА

Показатели	Т-150	Т-150К	МЭС-300	МЭС-300	Т-150К*	К-700А**	МЭС-300	К-700**
	+ плуг ПЛН-7-40			+ культиватор-плоскорез КПШ-9			+ чизель ПЧ-4,5	
Глубина обработки, см	27	27	27	16	12	14–16	25	25–27
Рабочая ширина захвата, м	1,75	1,8	2,8	7,68	4,56		4,22	
Скорость движения, км/ч	6,8	6,55	7,15	7,39	8		7,17	
Длина гона, м	1400	1400	1400	1100	1100	1100	400	
Действительная ширина поворотной полосы, м	7	10,5	14	15	10		8,5	
Среднее время одного поворота, с	41	38	55	51	35		26	
Объем выполненной работы, га	50	50	70	220	70		60	
Коэффициент использования сменного времени	0,8	0,82	0,79	0,82	0,88		0,88	
Затраты:								
труда, чел-ч/га	1,05	1,06	0,63	0,21	0,3		0,37	
металла, т-ч/га	8,9	9,4	8,6	2,89	2,7	3,41	5	5,3
топлива, кг/га	20,4	29,1	16,3	7,37	7,19	7,4	14,8	15,1
Сменная производительность, га/ч	0,95	0,94	1,58	4,67	3,33	4,1	2,68	2,43

* Данные 1987 г., ** нормативные показатели.

Хронометражные наблюдения подтверждают, что в агрегате с плугом-чизелем ПЧ-4,5 МЭС-300 имеет более высокие эксплуатационно-технологические показатели, чем трактор К-700.

Качество крошения почвы сравниваемыми пахотными агрегатами примерно одинаково, а равномерность глубины обработки разная:

	T-150	T-150K	МЭС
Средняя глубина вспашки, см	26,6	27,5	28,8
Стандарт, см	3,4	4	2,6
Дисперсия, см ²	11,56	16	6,76
Коэффициент вариации, %	13	14,5	9

В соответствии с агротехническими требованиями среднеквадратическое отклонение этого показателя не должно быть более 2 см. Ни один из сравниваемых агрегатов этому требованию не удовлетворяет, что в значительной мере связано с состоянием почвы в засушливое лето. Однако у пахотного МТА на основе МЭС-300 этот показатель наиболее близок к требуемому (2,6 см) и существенно ниже по сравнению с другими агрегатами. Наиболее высокие агротехнические показатели

объясняются лучшими динамическими условиями и меньшими продольно-угловыми колебаниями трехопорного пахотного агрегата на основе МЭС-300.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА И ПОТРЕБНОСТЬ

Трактор тягово-энергетической концепции обладает существенно большей технологической универсальностью в сравнении с трактором тяговой концепции. Так, МЭС-300 одинаково эффективно работает с машинами, предназначенными для работы с тракторами кл. 3 и 5, что позволяет хозяйствам сократить количество эксплуатируемых машин.

Новое энергосредство может найти широкое применение на операциях основной подготовки почвы (вспашке, культивации, чизелевании, дисковании стерни с.-х. культур и т.д.), а также при подготовке ее под посев поздних культур и на обработке пара. Первоочередной комплекс орудий для нового энергетического средства должен включать плуг ПТК-9-35, культиватор-плоско-

рез КПШ-9, дисковую борону БДТ-10, плуг-чизель ПЧ-4,5 и культиватор для сплошной обработки почвы КШУ-18.

Применение МЭС-300 в с.-х. производстве на юге Украины позволило собрать данные по его годовой загрузке (табл. 4). В весенне-летний период МЭС-300 используют в основном в агрегате с КШУ-18. Общее время занятости составляет 304 ч, возделываемая площадь 2826 га. Основная доля загрузки в этот период приходится на апрель. Значительную часть мая и июня МЭС-300 может работать без технологического модуля, заменяя серийные тракторы общего назначения.

Занятость нового энергетического средства в летне-осенний период составила 672 ч, причем использовалось оно более равномерно, чем в весенне-летний период.

Общая занятость МЭС-300 достигает 976 ч в год, что составляет примерно 75% нормативной загрузки тракторов кл. 3-5. Остальное время года оно может использоваться без технологического модуля. Вполне очевидно, что годовая за-

Таблица 4

Занятость МЭС кл. 3-5 в условиях с.-х. производства на юге Украины

Операция	Состав МТА	Сменная производительность, га/ч	Время работы, ч	Возделываемая площадь, га
<i>весенне-летний период</i>				
Культивация зяби под ранние яровые культуры на глубину 6-8 см	МЭС-300+ КШУ-18	9	48	432
Первая весенняя культивация зяби под пропашные культуры на глубину 10-12 см	То же	9	48	432
Первая культивация пара на глубину 10-12 см	"-"	9	48	432
Предпосевная культивация под пропашные культуры на глубину 6-8 см	"-"	9	48	432
Вторая культивация пара на глубину 6-8 см	"-"	9,8	56	549
Летние культивации пара на глубину 6-8 см	"-"	9,8	56	549
<i>летне-осенний период</i>				
Вспашка (стерня колосовых) на глубину 27-30 см	МЭС-300+ ПТК-9-35	1,7	160	272
Плоскорезная культивация (стерня колосовых) на глубину 14-16 см	МЭС-300+ КПШ-9	6,5	80	520
Дискование (стерня силосной кукурузы) на глубину 8-10 см	МЭС-300+ БДТ-10	6,2	64	397
Повторное дискование (стерня кукурузы) на глубину 8-10 см	То же	6,2	64	397
Чизелевание поля под яровой ячмень на глубину 20-22 см	МЭС-300+ ПЧ-4,5	2,6	144	375
Вспашка (стерня пропашных культур) на глубину 25-27 см	МЭС-300+ ПТК-9-35	1,7	160	272

грузка МЭС-300 в сравнении с тракторами К-700А или К-701 несравнимо больше.

Результаты исследований показывают, что для типичного хозяйства с площадью пахотных земель 4500 га необходимо одно МЭС кл. 3–5.

Эффективность МЭС-300 проверяли в производственных условиях (плоскорезная культивация на площади 220 га) на коллективном с.-х. предприятии им. Ватутина (Акимовский р-н Запорожской обл.). В отзыве главного агронома Е.Н. Щербины, бригадира тракторно-полеводческой бригады И.Н. Переверзева, мастера-наладчика бригады В.П. Заболотного отмечены следующие основные положительные моменты:

■ использование трактора Т-150К в агрегате с технологическим модулем и без него позволяет хозяйству обходиться без очень дорогого, но дорогого и не выпускаемого в настоящее время на Украине трактора кл. 5;

■ возможность автономного использования энергетического

модуля МЭС-300 (трактора Т-150К) приводит к простоте только технологического модуля, сокращая убытки;

■ механизатор, выполняющий часть работ с использованием технологического модуля МЭС-300, а часть – без него, на протяжении года имеет дело с трактором одной марки (Т-150К), в результате улучшается качество технического обслуживания и ремонта эксплуатируемой техники.

По мнению механизаторов, опробовавших МЭС-300 в работе, конструкция нового энергетического средства не создает каких-либо проблем при движении на гоне, маневрировании на поворотной полосе, движении задним ходом. Отмечается также высокая устойчивость хода и легкость управления МЭС (особенно в агрегате с плугом).

Выводы

Исследования показали целесообразность широкого использова-

ния модульных МТА на основе тракторов тягово-энергетической концепции, прежде всего тяговых диапазонов 14–30 и 30–50 кН.

За счет большей технологической универсальности с помощью МЭС можно обеспечить выполнение всего комплекса с.-х. работ меньшей номенклатурой энергетических средств с большим экономическим эффектом.

Энергетическое средство МЭС-300 способно заменить трактор кл. 5 (К-701), обладающий низкими агротехническими показателями.

Список литературы

1. Исследование модульного энерготехнологического средства / Г. М. К у т ь к о в и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1989, № 12.

2. Рославцев А.В. Колесные тракторы кл. 3: улучшение тягово-сцепных и эксплуатационно-технологических качеств // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1992, № 8–9.