

Снижение энергозатрат пахотными МТА на основе МЭС

Канд. техн. наук В. Т. НАДЫКТО (ЮФ ИМЭСХ, Украина)

Одна из ключевых проблем с.-х. производства на современном этапе — снижение энергозатрат, расходуемых на единицу выполненной работы.

Пристального внимания заслуживает основная обработка почвы, особенно такая энергоемкая операция, как вспашка. Один и тот же плуг при агрегатировании с разными тракторами может оказывать различное тяговое сопротивление, во многом определяемое соотношением между шириной захвата орудия и колес энергетического средства.

С точки зрения снижения энергозатрат и сохранения удовлетворительной прямолинейности движения пахотным МТА необходимо, чтобы так называемый “центр сопротивления” (ЦС) плуга был либо в плоскости продольной симметрии трактора, либо левее ее. Выполнению этих требований соответствуют условия [1, 2]:

$$\Delta = [B + 2A + b - b_k(N + 1)]/2 \leq 0; \quad (1)$$

$$\Delta < d \operatorname{ctg}(\gamma + \varphi), \quad (2)$$

где Δ — смещение ЦС плуга вправо или влево относительно продольной оси энергетического средства; B , b — соответственно колея трактора и ширина его движителя; A — расстояние от стенки борозды до наружной кромки движителя энергетического средства; b_k —

конструктивная ширина захвата каждого из N корпусов плуга; d — расстояние в горизонтальной плоскости от мгновенного центра поворота плуга до его ЦС; γ — угол, образуемый лезвием лемеха со стенкой борозды (для корпусов рассматриваемых плугов $\gamma = 42^\circ$); φ — угол трения стали о почву. Для условий юга Украины значение φ не превышает 31° .

В каждом конкретном случае сравнивают значения Δ , полученные из выражений (1) и (2), и для практического использования принимают меньшее.

Следует отметить, что выражение (1) справедливо в случае движения трактора движителями правого борта вне борозды. Для последующего анализа принят именно такой способ перемещения энергетического средства с почвообрабатывающим орудием.

Как показывает практика использования пахотных МТА, величина Δ далеко не всегда удовлетворяет условиям (1) и (2). Чаще всего она имеет положительное значение, что соответствует правостороннему поперечному смещению плуга. Практически осуществить его, как известно, можно двумя путями: либо переместить влево стойки навески орудия, либо сместить вправо продольные тяги навесного механизма трактора. Применение первого варианта приводит к росту тяг

Таблица 1

Параметры агрегатирования МЭС кл. 3 с плугом ПЛП-6-35	Т-150		Т-150К		МЭС-200	
Продольная база, мм	1800		2860		5300	
Колея, мм	1435		1680		1400	
Ширина движителя, мм	420		540		430	
Рекомендуемое расстояние A_p от стенки борозды до наружной кромки движителя, мм	240		300		100	
Число корпусов плуга	6	5	6	5	6	5
Смещение ЦС плуга при A_p , мм	—57	117	185	360	—210	—35
Расстояние от стенки борозды до наружной кромки при симметричном присоединении плуга, мм	300	120	115	—	310	135

вого сопротивления плуга, а второго — к увеличению разворачивающего момента, действующего на энергетическое средство в горизонтальной плоскости. В итоге и в том, и в другом случае повышается расход топлива пахотным МТА. Внутренняя природа и причины, порождающие такой результат, подробно описаны в работах [1, 2].

Анализ выражения (1) показывает, что правостороннее поперечное смещение координаты ЦС орудия (Δ) можно уменьшить за счет уменьшения суммы первых двух слагаемых. Объясняется это тем, что при принятой конструктивной ширине захвата корпуса плуга максимум выражения $b_k(N+1)$ ограничен тягово-сцепными свойствами трактора, которые, в свою очередь, ухудшаются при уменьшении ширины b его движителей. Ввиду отмеченного, изменения третьего и четвертого слагаемых (в отличие от первых двух) желаемого эффекта не дают.

Из вышеизложенного делаем вывод, что для снижения энергозатрат на вспашке энергетическое средство, агрегатированное с плугом, должно иметь узкую колею, располагать высокими тягово-сцепными свойствами и двигаться на минимально возможном расстоянии от стенки борозды.

Для реализации последнего требования необходима высокая устойчивость хода пахотного МТА. В противном случае возможно “сползание” энергетического средства в борозду. С целью исключения этого, а также во избежание осыпания стенки борозды расстояние от нее наружной кромки движителя трактора рекомендуется выбирать равным глубине вспашки [4].

Результаты многолетних экспериментальных исследований, проведенных в ЮФ ИМЭСХ, показали, что пахотные МТА на основе серийных энергетических

средств кл. 3—5, настроенные в соответствии с подобной рекомендацией [5], отличаются значительно большими энергозатратами (расходом топлива), чем агрегаты на базе новых энерготехнологических средств МЭС-200 и МЭС-300 [1, 3].

Для объяснения такого результата в качестве примера приведем анализ рассчитанных по формуле (1) параметров МТА в составе Т-150, Т-150К и МЭС-200, агрегатированных с плугом ПЛН-6-35 (табл. 1), а также К-701 и МЭС-300, агрегатированных с плугом ПТК-9-35 (табл. 2).

При практически одинаковом номинальном тяговом усилии с трактором Т-150К, МЭС-200 имеет более узкую колею (табл. 1). Увеличенная (за счет присоединения технологического модуля [1]) продольная база обеспечивает новому энергетическому средству высокую устойчивость хода в горизонтальной плоскости. Благодаря этому МЭС-200 в агрегате с плугом может двигаться на расстоянии 100 мм от стенки борозды без разрушения и “сползания” в нее.

Как показывают расчеты по формуле (1), конструктивные параметры МЭС-200 позволяют присоединить к нему плуг ПЛП-6-35 не только симметрично, но и с левосторонним поперечным смещением. Причем как в шести-, так и в пятикорпусном варианте. Такое агрегатирование орудия, как вытекает из результатов экспериментальных исследований, снижает его тяговое сопротивление и уменьшает расход горючего пахотным агрегатом [1].

В случае принятия рекомендуемого значения параметра A (см. табл. 1) при агрегатировании Т-150К с ПЛП-6-35 поперечная координата ЦС плуга в обоих вариантах его настройки смещается на значительное расстояние вправо от продольной оси симметрии трак-

Таблица 2

Параметры агрегатирования МЭС кл. 5 с плугом ПТК-9-35	МЭС-300		К-701	
Продольная база, мм	3200		5870	
Колея, мм	1680		2115	
Ширина движителя, мм	540		660	
Рекомендуемое расстояние A_p от стенки борозды до наружной кромки движителя, мм	150		300	
Число корпусов плуга	9	8	9	8
Смещение ЦС плуга при A_p , мм	—490	—315	—62	112
Расстояние от стенки борозды до наружной кромки при симметричном присоединении плуга, мм	640	465	360	190

тора ($\Delta = 185...360$ мм). На практике это ведет к значительному росту тягового сопротивления орудия и, в итоге, к повышенным энергозатратам.

При характерной для условий юга Украины низкой влажности (8–12%) и твердости (2–3 МПа) почвы на момент вспашки тяговое сопротивление шестикорпусного плуга даже при симметричном присоединении может достигать такой величины, что буксование движителей используемого с этим орудием энергетического средства кл. 3 превышает агротехнически допустимый уровень [1]. Правостороннее поперечное смещение ЦС плуга в таких почвенных условиях еще более усугубляет положение, в результате чего буксование движителей трактора Т-150К может достигать предельно допустимого значения (30%) или даже превышать его. Так, например, в процессе эксплуатационно-технологической оценки пахотных агрегатов оказалась невозможной работа трактора Т-150К с плугом ПЛП-6-35, присоединенным в соответствии с рекомендациями справочника [5] (при влажности почвы 6,5–12,5% в слое 5–15 см и твердости 1–2,96 МПа). В связи с этим указанное энергетическое средство агрегатировали с пятикорпусным орудием.

В аналогичных почвенных условиях МЭС-200 могло работать с шестикорпусным плугом ПЛП-6-35 только за счет левостороннего поперечного смещения на 100 мм ЦС орудия. Погектарный расход топлива таким МТА составил 15,6 кг/га, что на 22,7% меньше в сравнении с расходом базового агрегата [1].

Параметры ходовой системы МЭС-200 позволяют удовлетворительно агрегатировать его даже с пятикорпусным плугом. Причем не только симметрично, но и с небольшим (35 мм) поперечным левосторонним смещением орудия (см. табл. 1).

При благоприятных почвенных условиях симметричное присоединение плуга ПЛП-6-35 к трактору Т-150К возможно только в том случае, если расстояние от стенки борозды до наружной кромки его правых колес будет не более 115 мм. Однако, как показала практика, процесс движения данного пахотного агрегата характеризуется довольно частым “сползанием” энергетического средства в борозду. Попытка механизатора исправить положение путем смещения трактора влево нарушает стыкование смежных проходов МТА.

При агрегатировании гусеничного трактора Т-150 с плугом ПЛП-6-35 условия (1) и (2) полностью выполняются даже в случае работы с рекомендованным значением A_p , симметричное присоединение к трактору пятикорпусного орудия возможно, если расстояние от стенки борозды до кромки правой гусеницы будет не более 120 мм. Но реализовать это удастся не всегда, поскольку трактор Т-150, хотя и близок к МЭС-200 по тягово-сцепным свойствам и параметрам ходовой системы, однако значительно уступает ему в продольной устойчивости.

Как и МЭС-200, МЭС-300 более эффективно агрегируется с плугом, чем равный с ним по тяговому классу колесный трактор К-701. Так, если при A_p девяти-

тикорпусной плуг к обоим энергосредствам можно присоединить с поперечным левосторонним смещением его ЦС, то восьмикорпусное орудие с К-701 (в отличие от МЭС-300) агрегируется только с правосторонним смещением (см. табл. 2).

Следует заметить, что в почвенных условиях юга Украины такой вариант настройки плуга ПТК-9-35 используется чаще всего.

При вспашке восьмикорпусным плугом на глубину 26 см расход топлива агрегатом на базе МЭС-300 составил 16,7 кг/га, а на основе К-701 — 20,8 кг/га.

В настоящее время тракторы кл. 5 в хозяйствах юга Украины практически нет. Тем не менее, своевременную основную подготовку почвы можно проводить с использованием МЭС-300. Причем при значительно меньших энергетических и других затратах.

Подтверждением этому являются результаты испытания МЭС-300 в агрегате с восьмикорпусным плугом с шириной захвата 2,8 м. Показатели нового МТА сравнивали с базовыми, составленными на основе серийных тракторов Т-150К и Т-150, каждый из которых агрегатировался с навесным пятикорпусным плугом ПЛН-5-35. Все агрегаты одновременно работали на одном и том же поле в одинаковых почвенных условиях. До начала испытаний плуги отрегулировали на глубину обработки, равную 27 см.

Условия работы сравниваемых пахотных агрегатов были экстремальными для юга Украины: влажность почвы в слое 0–15 см изменялась в пределах 11,8–12,8%, твердость — 2,8–3,1 МПа.

Анализ результатов сравнительной эксплуатационно-технологической оценки показал, что у пахотного МТА на основе МЭС-300 сменная производительность на 66,3% больше, чем у агрегата на базе Т-150, и на 68% — на базе Т-150К. Основная (чистая) производительность у нового агрегата выше соответственно на 68 и 73,9%. Обеспечено это как за счет большей (в 1,6 раза) ширины захвата, так и более высокой (на 5,1–9,1%) скорости рабочего движения.

Что касается погектарного расхода топлива, то у пахотного МТА на основе МЭС-300 он был ниже. По сравнению с агрегатом на базе гусеничного трактора экономия составила 20,1%, а по сравнению с МТА на базе Т-150К — 43,9%.

Выводы

Узкая колея, высокие тягово-сцепные свойства и продольная устойчивость модульных энерготехнологических средств создают предпосылки для более эффективного их агрегатирования с плугами по сравнению с серийными тракторами общего назначения. В результате энергетические затраты у пахотных МТА на основе МЭС ниже, чем у базовых.

Список литературы

1. Выбор рациональной схемы агрегатирования мобильного энергетического средства с плугом / Г. М. Кутьков и др. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 1990, № 3.
2. Кочев В. И., Надикто В. Т. Рациональное агрегатирование

ние плугов с колесными энергетическими средствами // Механизация и электрификация сельского хозяйства. Вып. 68. — Киев: Урожай, 1988.

3. **Надыкто В. Т.** Эксплуатационно-технологическая оценка МТА на основе семейства МЭС // Энергосберегающие технологии и энергетические средства в сельскохозяйственном

производстве: Тез. докл. междунар. науч.-техн. конференции. — Акимовка, 1995.

4. **Синеоков Г. Н.** Проектирование почвообрабатывающих машин. — М.: Машиностроение, 1965.

5. **Справочник** сельского механизатора / И. Д. К а н и - в е ц и др. — Днепропетровск: Проминь, 1977.