

Топливоно-энергетические показатели работы МТА при различных агрофизических условиях в пахотном слое почвы

*Ю.А. Кузыченко, д.с.-х.н.,
ФГБНУ Северо-Кавказский ФНАЦ*

В структуре расходов на технологические операции по обработке почвы при производстве сельскохозяйственной продукции уходит 20–25% топливоно-энергетических затрат [1, 2]. В настоящее время наряду с использованием отвальных плугов нашли применение различные типы плоскорезных и чизельных орудий, плугов с наклонными стойками типа «Параплау» и т.п.

В различных регионах России проводились исследования по поиску наиболее перспективных орудий с точки зрения удельных эксплуатационных затрат при работе МТА с различными орудиями при обработке почвы. Сравнительные испытания по топливоно-энергетическим показателям работы плоскорезов-глубококорыхлителей и чизельных орудий показали снижение удельного расхода топлива в сравнении с отвальным плугом [3]. На основе анализа материалов иностранных публикаций, проведённого А.В. Клочковым (1986), установлено, что при вспашке затраты энергии составляют 40,5 кВт·ч/га, а для безотвальных орудий (чизель, плоскорез) — в пределах 6,6–7,7 кВт·ч/га [4].

Известно, что мощность, необходимая для разрушения пласта почвы, а соответственно и энергозатраты при обработке почвы, прямо свя-

заны как со скоростью движения агрегата, так и с почвенными показателями: твёрдостью почвы, влажностью пахотного слоя в момент обработки и другими условиями в почве [5, 6]. Установление зависимости мощности разрушения почвы от каждого из приведённых факторов — задача трудоёмкая, решаемая в течение длительного времени. Поэтому в качестве предварительного прогнозирования влияния группы факторов на мощность применяется метод размерностей.

Цель исследования — оценка топливоно-энергетических затрат при основной обработке различными типами отвальных и безотвальных орудий при работе в широком диапазоне влажности пахотного слоя почвы.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на опытном поле-полигоне ФГБНУ Ставропольского НИСХ. Почва опытного участка чернозём обыкновенный, малогумусный, среднесуглинистый. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 3,9%, подвижного фосфора — 19,5 мг/кг почвы, обменного калия — 198 мг/кг.

Тяговые испытания проводили в агрегате с почвообрабатывающими орудиями, имеющими различные конструктивные особенности рабочих органов: отвальным плугом ПЛН-5-35 с культурными отвалами; отвальным плугом ПЛН-5-35 с вин-

товыми отвалами; плоскорезом-глубококорыхлителем ПГ-3-100; чизельным плугом ПЧ-4,5; плугом со стойками СибИМЭ; плугом со стойками типа «Параплау», глубина обработки 20–22 см, в процессе измерения тягового сопротивления орудий на лушённом стерневом фоне колосовых при различной влажности пахотного слоя почвы использовали электронно-измерительный комплекс ЭМА-ПМ, установленный на тракторе Т-150К. Далее расчётными методами определяли удельные топливные (кг/га) и энергетические затраты (кВт·ч/га).

Метод размерностей [7] предполагает оценку зависимости удельных энергетических затрат на разрушение пласта почвы g (ватт/м²) от скорости движения агрегата V_d (м/с), твёрдости T (кг/см²) и влажности пахотного слоя W (мм). Далее проводятся математические операции над степенями размерностей показателей с выходом на формулу зависимости $g = f(V_d, T, W)$.

Результаты исследования. В процессе основной обработки почвы при различной влажности пахотного слоя (табл. 1, рис. 1) установлено значимое увеличение усреднённого значения удельного расхода топлива при обработке плугом с винтовыми отвалами (+6,3 кг/га) и снижение этих значений при обработке чизельным плугом (-3,8 кг/га), стойками типа «Параплау» (-5,4 кг/га) и плоскорезом (-8,9 кг/га) в сравнении с контролем (вспашка плугом с культурными отвалами). Не установлено

После преобразований степени показатели равны:

$$\alpha = 3; \beta = 1; \gamma = -1/3.$$

Формула удельной мощности имеет вид: $g = V_d^3 \cdot T / W^{1/3}$, т.е. удельные энергозатраты в большей степени зависят от скорости движения агрегата и твёрдости пахотного слоя и в меньшей степени от влажности почвы. На основании этого уравнения возможны расчёты удельных энергозатрат при работе с определённого типа орудиями на различной скорости агрегата, твёрдости и влажности пахотного слоя почвы.

Расчёты показали, что средние удельные энергозатраты значимо выше при обработке плугом с винтовыми отвалами (+14,6 кВт·ч/га) и ниже при обработке стойками типа «Параплау» (-15,1 кВт·ч/га), плоскорезом (-17,5 кВт·ч/га) и чизельным плугом (-10,0 кВт·ч/га) в сравнении с контролем (табл. 2). Не установлено значимое снижение энергозатрат в среднем по системам основной обработки почвы при влажности 14 и 19,5% (+4,5 кВт·ч/га).

Крупные сельскохозяйственные холдинги имеют возможность выбора и приобретения разнообразной почвообрабатывающей техники. В условиях фермерского хозяйства значение дифференцированного подбора орудий в зависимости от природных и экономических условий резко возрастает. Следует отметить, что в зоне неустойчивого

1. Удельный расход топлива в зависимости от влажности пахотного слоя почвы, кг/га

Влажность, % (фактор В)	Система основной обработки почвы в севообороте (фактор А)						Разница средних по фактору (В)
	плуг с культурными отвалами ПЛН-5-35 (контроль)	плуг с винтовыми отвалами ПЛН-5-35	плуг со стойками СибИМЭ	плуг чизельный ПЧ-4,5	плоскорез ПГ-3-100	плуг со стойками «Параплау»	
14,0	19,2	26,5	21,7	16,1	10,6	13,4	17,9
18,4	15,3	22,5	16,2	13,8	8,1	11,4	14,5
19,5	16,3	24,3	16,4	14,2	9,7	12,9	15,6
20,6	21,4	26,1	20,3	15,7	11,2	15,4	18,3
24,0	24,0	28,2	24,4	17,4	11,8	16,1	20,3
разница с контролем (средн.), +/-	19,2	+ 6,3	+0,6	-3,8	- 8,9	-5,4	—
НСР ₀₅ фактора А = 1,8 кг/га; Fф = 68 > Fт = 2,3							
НСР ₀₅ фактора В = 1,65 кг/га; Fф = 15 > Fт = 2,5							

значимых изменений удельного расхода топлива в среднем по всем системам основной обработки при влажности пахотного слоя 18,4 и 19,5% (+1,1 кг/га).

Представляет интерес оценка удельных энергетических затрат g (Ватт/м²) при работе почвообрабатывающего агрегата, применяя метод анализа размерностей. Уравнение в общем случае имеет вид:

$$g = (V_d)^\alpha (T)^\beta (W)^\gamma. \quad (1)$$

Размерности левой и правой частей уравнения (1) представлены как:

$$\text{кг}^1 \cdot \text{м}^0 \cdot \text{с}^{-3} = (\text{м}^1 \cdot \text{с}^{-1})^\alpha (\text{кг}^1 \cdot \text{м}^{-4})^\beta (\text{м}^{-3})^\gamma.$$

Система уравнений имеет вид:

$$(\text{кг})^1 = \beta; (\text{м})^0 = \alpha - 4\beta - 3\gamma; (\text{с})^{-3} = -\alpha.$$

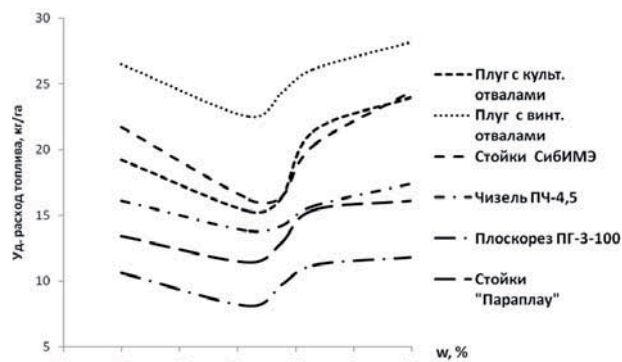


Рис. 1 – Удельный расход топлива в зависимости от влажности пахотного слоя почвы, кг/га

2. Удельные энергозатраты в зависимости от влажности пахотного слоя почвы, кВт·ч/га

Влажность, % (фактор В)	Система основной обработки почвы в севообороте (фактор А)						Разница средних по фак- тору (В)
	плуг с культур- ными отвалами ПЛН-5-35 (контроль)	плуг с винтовыми отвалами ПЛН-5-35	плуг со стойками СИБИМЭ	плуг чизельный ПЧ-4,5	плоскорез ПГ-3-100	плуг со стойками «Параплау»	
14,0	35,1	64,0	37,1	32,1	24,0	24,4	36,1
18,4	10,3	13,6	10,0	13,9	9,9	9,6	11,2
19,5	42,2	65,6	44,8	35,1	26,5	29,3	40,6
20,6	63,1	70,0	50,6	41,7	31,9	37,4	49,1
24,0	65,1	75,6	59,5	42,7	35,6	39,6	53,0
разница с контролем (средняя), +/-	43,1	+ 14,6	- 2,7	- 10,0	- 17,5	- 15,1	-
НСП ₀₅ фактора А = 9,4 кВт · ч/га; Fф = 13,8 > Fт = 2,7 НСП ₀₅ фактора В = 8,6 кВт · ч/га; Fф = 31,9 > Fт = 2,9							

увлажнения Центрального Предкавказья одним из доминирующих критериев выбора орудий является потенциальная опасность совместного проявления водной и ветровой эрозии, а также задача накопления и сохранения почвенной влаги. Нельзя не учитывать также, особенно в настоящее время, экономические возможности хозяйств. Исходя из вышеизложенного, для фермерских хозяйств, очевидно, должны быть предложены серийно выпускаемые плуги с набором различных типов рабочих органов.

Фермерам, как правило, приходится иметь дело с заброшенными, задернелыми или выведенными из севооборота землями, поэтому первой задачей является глубокая вспашка с максимальным оборотом пласта и заделкой дернины, корневищ и семян сорняков на достаточную глубину. Это достигается с помощью установки на плуг винтовых отвалов взамен снимаемых культурных. В дальнейшем при необходимости культурные отвалы и предплужники могут быть восстановлены на место. Кроме того, при полупаровой обработке, сняв предплужники, можно проводить корпусное лушение на глубину 10–12 см для борьбы с сорной растительностью.

Мероприятия по защите почв от дефляции и эрозии, а также при обработке солонцеватых почв, могут проводиться, используя плуг ПЛН-5-35, где на раму орудия устанавливаются стойки СИБИМЭ. Наклонные стойки типа «Параплау» также навешива-

ются на раму плуга и могут быть использованы для улучшения плугов при обработке пастбищ на глубину до 35 см, создавая водопоглощающие щели и разуплотняя почву.

Выводы. Установлено заметное снижение топливных и энергетических затрат при обработке безотвальными орудиями в сравнении со вспашкой в среднем на 6 кг/га и 14 кВт · ч/га соответственно. В условиях фермерского хозяйства достаточно велико значение дифференцированного подбора рабочих органов, устанавливаемых на орудия в зависимости от природных и агротехнических условий.

Литература

1. Резник М.С. Результаты исследования чизельного рабочего органа // Почвообрабатывающие машины и динамика агрегатов. Челябинск, 1985. С. 34–39.
2. Морозов Н.А. Продуктивность зерновых севооборотов с различным насыщением чистыми и занятыми парами / Н.А. Морозов, С.А. Лиходиевская, А.И. Хрипунов [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 5. С. 29–35.
3. Труфанов В.В. Глубокое чизелевание почвы. М.: Агропромиздат, 1989. С. 81–85.
4. Ключков А.В. Энергетическая оценка современных технологий обработки почвы // Земледелие. 1986. № 7. С. 59–60.
5. Кузыченко Ю.А., Кулинцев В.В. Оптимизация систем основной обработки почвы в полевых севооборотах на различных типах почв Центрального и Восточного Предкавказья: монография. Ставрополь: АГРУС, 2012. 168 с.
6. Кузыченко Ю.А. Дифференциация систем основной обработки почвы под культуры полевых севооборотов в зоне Центрального Предкавказья: монография / Ю.А. Кузыченко, В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова [и др.]. Ставрополь: АГРУС, 2017. 244 с.
7. Методы подобия и размерности в механике. М.: Изд-во «Наука», 1981. 448 с.