

6. Волков Е. Т. Тяговое сопротивление плуга с виброремехом / Е. Т. Волков // Труды Волгоградского СХИ. – Т. 46, Волгоград, 1972, С.68...73.

7. Детали машин в примерах и задачах / С.Н. Ничипорчик [и др.]. – Минск : Высш. школа, 1981. – С.115.

8. Ахметжанов, К. А. Энергетические затраты при обработке почвы вибрирующим рабочим органом / К.А. Ахметжанов // В кн. «Актуальные вопросы механизации с.-х. производства», Алма-Ата, 1971. – С.27...32.

9. Карпенко, А.Н. Сельскохозяйственные машины / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. М. : Колос, 1983. – С.40.

10. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г.Е. Листопад [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – С.26.

11. Навесной вибрирующий плуг : патент 9716 U Респ. Беларусь, МПК А 01В 11/00 ; А 01В 3/36 / И.Н.Шило (BY), Н.Н.Романюк (BY), В.А. Агейчик (BY), С.О. Нукешев (KZ), Д.З. Есхожин (KZ), С.К. Тойгамбаев (KZ) ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № и 20130445 ; заявл. 28.05.2013; опубл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С.159–160.

УДК 631.95:614.87

¹**Добыш Г.Ф.**, канд.техн.наук, доцент,

¹**Жабровский И.Е.**, канд. с.-х. наук, доцент,

¹**Тимошенко В.Я.** канд.техн.наук, доцент,

²**Гулейчик А.И.**, к.э.н., профессор

¹*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

²*РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация*

ЭНЕРГОЗАТРАТЫ НА ПАХОТЕ

Одной из наиболее энергозатратных операций при возделывании сельскохозяйственных культур является вспашка.

В настоящее время кроме довольно значительных затрат энергии на непосредственное выполнение технологического процесса

вспашки (оборот, крошение пласта и заделка пожнивных остатков и сорняков) возникают дополнительные затраты на холостые повороты в конце загона, переезды от машинного двора на поле, а также внутрисменные переезды.

Кроме того, в связи с применением оборотных плугов значительно возрастают дополнительные затраты на перемещение большей массы оборотных плугов по сравнению с загонными.

Производительность агрегата можно рассчитать по выражению (1)

$$W_{\text{см}} = 0,1 V_p \tau_{\text{см}} T_{\text{см}}$$

где V_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

v_p – рабочая скорость движения агрегата, км/ч;

$T_{\text{см}}$ – время смены, ч;

$T_{\text{см}}$ – коэффициент использования времени смены

Рабочая ширина захвата агрегата

$$V_p = v_k \beta$$

где v_k – конструктивная ширина захвата одной машины или одного корпуса плуга, м;

n – число корпусов или машин в агрегате, шт;

β – коэффициент использования конструктивной ширины захвата ($\beta = 1$ – на посеве, посадке и междурядной обработке сельскохозяйственных культур; $\beta = 0,95 - 0,98$ – на бронировании, дисковании, культивации, кошени, прямом комбайнировании, ворошении, сгребании трав и т.п; $\beta = 1,04 - 1,07$ – на вспашке).

Рабочая скорость движения (v_p , м/с) ограничивается агротехническими требованиями (v_a), пропускной способностью рабочих органов машины (v_p^{nc}) или мощностью двигателя (v_p^{Na}). На энергоемких пахотных работах рабочая скорость чаще всего ограничивается мощностью двигателя трактора:

$$v_p^{\text{Na}} = \frac{(N_e^{\text{H}} \eta_{\text{ue}} - N_{\text{вoм}} / \eta_{\text{вoм}}) \eta_{\text{мz}} \eta_{\text{б}}}{R_a + G_{\text{mp}} (f_{\text{mp}} + i / 100)}$$

где N_e^{H} – номинальная мощность двигателя трактора, кВт;

η_{ue} – коэффициент использования номинальной мощности (зависит от степени неравномерности тягового сопротивления машины $\eta_{\text{ue}} = 0,94 - 0,98$);

$N_{\text{вoм}}$ – мощность, передаваемая через вал отбора мощности трактора, кВт;

- $\eta_{\text{вoм}}$ – КПД привода вала отбора мощности;
- $\eta_{\text{мг}}$ – механический КПД трансмиссии трактора;
- $\eta_{\text{б}}$ – КПД буксования ходовых колес трактора;
- R_a – тяговое сопротивление прицепной машины, кН;
- $G_{\text{тp}}$ – вес трактора, кН;
- $f_{\text{тp}}$ – коэффициент сопротивления перекатыванию трактора;
- i – уклон местности, %.

Коэффициент использования времени смены представляет собой отношение времени чистой работы T_p (времени непосредственного выполнения технологического процесса) к общему времени смены $T_{\text{см}}$.

$$\tau_{\text{см}} = \frac{T_p}{T_p + T_{\text{нз}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{вс}} + T_{\text{оли}}}$$

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{ТУТР}} + T_{\text{ТУСХМ}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{не}} + T_{\text{нн}}$$

Подготовительно-заключительное время $T_{\text{нз}}$

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{ТУТР}} + T_{\text{ТУСХМ}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{не}} + T_{\text{нн}}$$

$T_{\text{ТУТР}}$ – время проведения ЕТО трактора, ч;

$T_{\text{ТУСХМ}}$ – время проведения ЕТО сельскохозяйственных машин, ч;

$T_{\text{пн}}$ – время подготовки агрегата к переезду и к работе после переезда, ч;

$T_{\text{не}}$ – время на переезды агрегата к месту работы и обратно, ч;

$T_{\text{нн}}$ – время на получение наряда и заключительную работу (сдача смены, остановка трактора и т.д.), ч.

Время организационно-технического обслуживания

$$T_{\text{обс}} = T_{\text{оч}} + T_{\text{кач}} + T_{\text{рег}} + T_{\text{туз}}$$

где $T_{\text{оч}}$ – время на очистку рабочих органов и устранение технологических отказов, ч;

$T_{\text{кач}}$ – время на проверку качества работы, ч;

$T_{\text{рег}}$ – время на технологические регулировки, ч;

$T_{\text{туз}}$ – время на техническое обслуживание машин в загоне, ч;

Вспомогательное время

$$T_{\text{вс}} = T_n + T_{\text{ГО}} + T_{\text{хх}},$$

T_n – время на повороты и заезды в загон, ч;

$T_{то}$ – время технологического обслуживания агрегата (загрузка семян, удобрений, ядохимикатов, выгрузка убираемой продукции, смена транспортных средств и т.п.), ч;

T_{xx} – внутрисменные переезды с участка на участок (включая подготовку к переезду и подготовку агрегата к работе после переезда), ч;

$T_{отл}$ – время регламентированных перерывов на отдых (10-15 мин) и личные надобности (10 мин).

Проведем расчеты производительности и затрат на вспашку 40 га (500*800 м) агрегатами:

Беларус 3022 + ППН – 8 – 30/50 – для загонной вспашки;

Беларус 3022 + ППО – 8 – 30/45 – с оборотым плугом.

$$v_p = \frac{N \frac{H}{c} \eta_{uc} \eta_{6\eta} \eta_{\text{мг}}}{R_{n\lambda} + G_{\text{тп}} f_{\text{тп}}},$$

Тяговое сопротивление плуга

$$R_{n\lambda} = k_o B_p a + G_{\text{пл}} f_{\text{пл}}$$

k_o – удельное тяговое сопротивление плуга, $\frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$

($k_o = 40 \text{ кН/м}^2$ – для стерни озимых среднесуглинистых дерново-подзолистых почв);

a – глубина вспашки, м ($a = 0,22$ м)

$G_{\text{пл}}$ – масса плуга, кг;

$f_{\text{пл}}$ – коэффициент сопротивления качению ходовых колес сельскохозяйственной машины ($f_{\text{пл}} = 0,1$ для стерни озимых осенью).

$$\text{Время чистой работы } T_p = \frac{F}{W_t}$$

F – площадь участка (поля), га;

W_t – техническая производительность агрегата, $\frac{\text{га}}{\text{ч}}$.

Время поворотов в конце загона

$$T_n = \frac{l_x}{v_p}$$

(для плуга ППН-8-30/50: способ движения – с чередованием загонов всвал и вразвал, беспетлевой с поворотом на 90^0 ; для плуга ППО-8-30/45: способ движения – челночный, все повороты – петлевые), ч:

Для грушевидного петлевого поворота на 180^0 длина поворота l_x будет равна:

$$l_x = (6,6 - 8,0)R_0 + 2e$$

R_0 – минимальный радиус поворота, м (для агрегатов с большой кинематической длиной равен ее длине);

e – длина выезда агрегата – путь, пройденный с момента выключения (включения) рабочих органов машин до полного выхода (входа) при поворотах агрегата (для прицепных и полуприцепных агрегатов $e = (0,25 - 0,75) l_k$)

Кинематическая длина агрегата l_k – проекция расстояния от его центра до линии расположения последних рабочих органов

$$l_k = l_{TP} + l_{сц} + l_M$$

$l_{TP} l_{сц} l_M$ – кинематическая длина трактора, сцепки и машины соответственно.

Ширина поворотной полосы

$$E = 2,8 R_0 + 0,5 dk + e$$

Учитывая кинематические характеристики агрегата, можно отметить, что:

– для полуприцепного плуга для загонной вспышки (ППН – 8 – 30/50) на каждом загоне будут два поворота грушевидные (по одному с каждой стороны поля), а остальные повороты – беспетлевые с прямолинейным участком;

– для оборотного плуга (ППО-8-30/45) все повороты – петлевые грушевидные;

– число проходов = 29 (для загонного плуга) и 30 (для оборотного плуга).

Общее время холостых поворотов на участке площадью 40 га (при $v_x = v_p$)

$$T_n = \frac{l_{хобиц}}{v_p}$$

Время чистой работы (непосредственного выполнения технологического процесса)

$$T_p = \frac{L_p}{v_p} n_{px} = \frac{L_2 - 2E}{v_p} n_{px}$$

L_p – рабочая длина гона, м;

L_2 – длина гона, м;

E – ширина поворотной полосы, м;

n_{px} – число рабочих ходов на участке.

Время переездов на поле и обратно (примем $h_{ne} = 5$ км, средняя скорость переездов 15 км/ч)

$$T_{ne} = \frac{2L_{ne}}{v_{ne}}$$

С учетом приведенных данных фактическая производительность пахотных агрегатов за 1 час сменного времени (без учета обработки поворотных полос)

$$W_{cm} = 0,1 B_p v_p \tau_{cm}$$

Затраты мощности трактора на обработку всего участка ($F = 40$ га)

$$N_e = N_p + N_x + N_{ne}, \text{ в том числе:}$$

на рабочем ходу:

$$N_p = R_{nz} v_p T_p;$$

на поворотах:

$$N_x = (G_{TP} f_{TP} + G_{nz} f_{nz}) v_x T_n;$$

на переездах

$$N_{ne} = (G_{TP} f_{TP} + G_{nz} f_{nz}) v_{ne} T_{ne}$$

Общие затраты эффективной мощности на обработку участка ($F = 40$ га)

$$N_e = \frac{N_p + N_x + N_{ne}}{\eta_{mr}};$$

Общий расход топлива

$$G_r = N_e g_e$$

Прямые эксплуатационные затраты на работу агрегата

$$S_s = \frac{S_{zn} + S_a + S_{TOP}}{W_{\text{ч}}} + S_{ГCM}$$

$S_{зп}$ – заработная плата механизатора, руб/ч;
 $S_{ГСМ}$ – затраты на ГСМ;
 $S_a, S_{ТОР}$ – отчисления на амортизацию и техническое обслуживание и ремонт:

$$S_a = \frac{B_{т}a_{ат}}{100T_{зт}} + \frac{B_{п}a_{ам}}{100T_{зп}}$$

где $B_{т}, B_{п}$ – балансовая стоимость трактора и плуга, соответственно, руб;

$a_{ат}, a_{ам}$ – амортизационные отчисления трактора и плуга, %;

$T_{т}, T_{п}$ – среднегодовая загрузка трактора и плуга, ч.

Все исходные данные и результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Исходные данные и результаты расчета производительности МТА с трактором Беларусь 3022 ДЦ-1

	Плуг для загонной вспашки ППН-8-30/50	Оборотный плуг ППО-8-30/45
1 Исходные данные		
$N_e^H, \text{кВт}$	223	223
$N_e^P, \text{кВт}$	211,85	211,85
$\eta_б$	0,9	0,9
$\eta_{МГ}$	0,8	0,8
$k_0, \frac{\text{кН}}{\text{м}^2}$	40	40
$a, \text{м}$	0,22	0,22
$L \cdot B \cdot H$	9,56 x 4,12 x 1,58	14,5 x 4,12 x 1,73
$G_{пх}, \text{кН}$	25	71
$f_{пл}$	0,1	0,1
B_p	4,2	4,2
$M_{пл}, \text{кг}$	2500	7100
$T_p, \text{ч}$	4,29	4,67
$l_{т2}, \text{м}$	2,96	2,96
$l_{м2}, \text{м}$	9,56	14,5
$l_{к2}, \text{м}$	12,52	17,46
$d_{к2}, \text{м}$	4,12	4,12
$R_{о2}, \text{м}$	10	14
$e, \text{м}$	6,3	8,7
$T_{тв2}, \text{ч}$	0,6	0,6
$T_{тв2,схм2}, \text{ч}$	0,2	0,2
$T_{пп2}, \text{ч}$	0,08	0,08

	Плуг для загоной вспашки ППН-8-30/50	Оборотный плуг ППО-8-30/45
$T_{пл}, ч$	0,1	0,1
$T_{обс}, ч$	0,3	0,3
$T_{вс}, ч$	0	0
$T_{олн}, ч$	0,4	0,4
$S_{зп}, руб/ч$	50000	50000
$Ц_{гсм}, руб/ч$	12300	12300
$B_{т}, млн руб$	2212,032	2212,032
$B_{пл}, млн руб$	107,8488	368,4492
$a_{г}, a_{гор т}$	10	10
$a_{м}, a_{гор м}$	14,3	14,3
$T_{гт}, ч$	1000	1000
$T_{гм}, ч$	150	150
2 Расчетные показатели		
$R_{фпл}, кН$	2,5	7,1
$R_{пл}, кН$	39,46	44,06
$U_p, м/с$	3,1(11,1 км/ч)	2,83(10,2 км/ч)
$W_T, га/ч$	4,66	4,28
$l_{x, м}$	66,3(87,1)	92,7
$E, м$	28,3	50,5
$l_{ср, м}$	87,1 – беспетлевой 85,3 – петлевой	119,6 – петл
$l_{общ, м}$	2522	3588
$T_{не}, ч$	0,7	0,7
$T_{р2}, ч$	7,7	8,25
$T_{п}, ч$	0,9	1,4
$W_{см}, га/ч$	3,26	2,95
$\tau_{см}$	0,7	0,69
$N_{р2}, кВтч$	942	1029
$N_{х}, кВтч$	32,22	58,52
$N_{не2}, кВтч$	24,25	31,02
$N_{е2}, кВтч$	1248	1395
$G_{т2}, кг$	300	335
$S_3, тыс руб/га$	306,4	507,9 (в 1,66 раза выше)

Выводы

1. При использовании пахотных агрегатов на базе плугов для загоной вспашки необходима точная разбивка поля на загоны, привлечение дополнительных агрегатов для распашки свальных гребней и заделки развальных борозд.

2. Пахотные агрегаты с использованием оборотных плугов позволяют получить гладкую вспашку при упрощенной схеме движения (все повороты - петлевые).

3. Агрегаты с полуприцепными оборотными плугами затрачивают больше времени на повороты в конце загона (из-за большой кинематической длины) и больше энергии на передвижение плуга на рабочем и холостом ходу (из-за большей массы оборотного плуга).

4. Более эффективно использовать оборотные навесные плуги, так как в этом случае значительно сокращается длина и время поворотов в конце загона.

5. Желательно использовать плуги для загонной вспашки на прямоугольных полях большой площади (особенно при использовании GPS-технологий), а оборотные плуги – в навесном варианте на полях неправильной конфигурации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: учебник / Ю.В.Будько [и др.]. – Мн. Беларусь, 2006. – 510 с.

2. Эксплуатация машинно-тракторного парка : учебное пособие / А.П. Ляхов [и др.]. – Мн. : Ураджай, 1991. – 336 с.

3. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. В 3-х ч. Ч.1. Основная и предпосевная обработка почвы / разраб. С.В. Соусь [и др.]. – Барановичи : Барановичская укрупненная типография, 2007. – 160 с.

УДК 621.867

¹Шибeko А.Э., канд. экон. наук, доцент, ¹Мельник О.М.,

²Кулагин С.Л., соискатель

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

²Академия управления при Президенте Республики Беларусь, г. Минск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ МОЛОЧНОГО СКОТОВОДСТВА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Важнейшим фактором устойчивого развития организаций АПК является обновление материально-технической базы на основе