

щиками на конкурентных принципах, а также обеспечение поставок точно в срок.

1. Афанасенко И. Д., Борисова В. В. Логистика снабжения. Учебник для вузов. – Питер, 2010. – 336 с.

2. Ключков А. К. КРІ и мотивация персонала. Полный сборник практических инструментов. — Эксмо, 2010. — 160 с.

3. Бригхэм Ю., Эрхардт М. Финансовый менеджмент. 10-е изд. / Пер. с англ. под ред. к.э.н. Е. А. Дорофеева. — СПб.: Питер, 2007. — 960 с.

4. Иванов Д. А. Управление ценами поставок - С-Пб: Издательство СПбГПУ, 2009. – 660 с.

*УДК 631.312.44.076*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛУГА С КОМБИНИРОВАННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

*С. В. КРАВЧУК*

*Научный руководитель - доцент, к.т.н. О. И. МИСУНО*

Пахота - наиболее энергоемкая операция в сельскохозяйственном производстве. Задача снижения энергоемкости пахоты решается наращиванием единичной мощности тракторов, используемых с более широкозахватными и скоростными агрегатами, а также созданием новых и усовершенствованием существующих почвообрабатывающих орудий и технологий. Применяемые в настоящее время на пахоте лемешно-отвальные плуги обладают рядом существенных недостатков. Они не всегда обеспечивают нужное качество крошения пласта, необходимую степень заделки пожнивных остатков, не дают ровной поверхности вспаханного поля. Необходимое качество крошения почвы при подготовке под посев достигается проведением дополнительных операций: культивация, боронование, прикатывание и др., требующих значительных дополнительных затрат. При этом многократные проходы по полю агрегатов ведут к уплотнению почвы, изменению ее структуры, снижению урожайности по следу колес.

Повышение производительности и качества работы пахотных агрегатов, уменьшение массы тракторов, рациональное и полное использование мощности двигателей требуют совершенствования технологии вспашки, создания новых орудий и способов передачи энергии от двигателя к рабочей машине. Одним из рациональных

направлений является применение в составе пахотных агрегатов плугов с комбинированными рабочими органами.

Комбинированные рабочие органы (рисунок 1) устанавливаются на раме плуга, каждый из которых сочетает пассивный корпус, имеющий укороченную лемешно-отвальную поверхность 1, с активным рабочим органом – ротором 2, вращающимся вокруг вертикальной оси от индивидуального гидравлического мотора. Привод гидромоторов осуществляется от регулируемого гидронасоса, монтируемого на тракторе и приводимого во вращение от ВОМ. Активный рабочий ротор посредством кронштейна 4 монтируется на грядиле корпуса 3. Активный рабочий орган имеет нижние лопатки, поверхность которых располагается под углом к дну борозды. Верхние наклонные лопатки располагаются радиально под углом к оси вращения.

В технологическом процессе вспашки пассивный корпус отрезает пласт от дна и стенки борозды, частично разделяет его на крупные глыбы и направляет на вращающийся ротор. Ротор верхними лопатками сбрасывает верхние слои почвы на дно борозды. Одновременно нижние наклонные лопатки сообщают вертикальное перемещение нижним слоям пласта почвы. Совместное действие нижних и верхних лопаток осуществляет крошение, перемешивание, оборот и укладку пласта в борозду. Таким образом, в технологическом процессе, выполняемом комбинированными рабочими органами, только процесс отделения пласта от массива осуществляется пассивным корпусом за счет тягового усилия трактора, а операции крошения, перемешивания, оборота и укладки пласта в борозду производится активным ротором за счет мощности двигателя, передаваемой через вал отбора мощности (ВОМ) трактора.

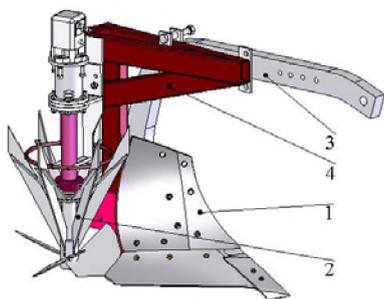


Рисунок 1 - Комбинированный рабочий орган

В настоящее время актуальной задачей является повышение

эксплуатационных показателей работы плугов с комбинированными рабочими органами в агрегате с тракторами «БЕЛАРУС». К числу важнейших эксплуатационных показателей работы пахотного агрегата относится производительность, которая, как известно, определяется количеством выполненной в единицу времени работы определенного качества. Производительность пахотного агрегата в гектарах за час чистого времени определяется по формуле

$$W=0,36 B \cdot v, \quad (1)$$

где  $B$  - ширина захвата плуга, м;  $v$  - скорость движения, м/с.

Наибольшая производительность пахотного агрегата может быть достигнута при определенной скорости движения и ширине захвата плуга. Скорость движения, ширина захвата плуга с комбинированными рабочими органами выражаются из уравнения (2) баланса мощности двигателя энергетического средства, представляющего распределение эффективной мощности на преодоление различного рода сопротивлений и на полезную работу. Выявленные энергетические и эксплуатационные показатели тракторов «БЕЛАРУС» (номинальная мощность двигателя, масса, кривые буксования, сопротивление перекачиванию, потери в трансмиссии) и плуга с комбинированными рабочими органами (тяговое сопротивление, мощность, потребляемая активными рабочими органами и потери в их приводе) позволяют установить основные параметры и режимы работы пахотного агрегата.

$$\left( N_n \eta_u - \frac{aB(l\omega^3 + dv^2)}{\eta_a} \right) \eta_{mp} = \frac{1}{1 - a_0 \left( \frac{aB(k_0 + \varepsilon v^2)}{(M_m + 0,3M_{nl})g} + f \right)^3 \phi_{\max}} \times$$

$$\times \frac{(aB(k_0 + \varepsilon v^2) + M_m g f) v}{-b_0 \left( \frac{aB(k_0 + \varepsilon v^2)}{(M_m + 0,3M_{nl})g} + f \right)^2 - c_0 \left( \frac{aB(k_0 + \varepsilon v^2)}{(M_m + 0,3M_{nl})g} + f \right)}, \quad (2)$$

где  $N_n$  – номинальная мощность двигателя;  $\eta_u$  – степень загрузки двигателя;  $a$  – глубина обработки почвы;  $l, d$  – эмпирические коэффициенты, определяющие удельную мощность, потребляемую активными рабочими органами плуга;  $\omega$  – угловая скорость вращения ротора (при наилучшем качестве вспашки  $\omega=2,3+1,133v$  [1]);  $\eta_{mp}$  – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии трактора;  $\eta_a$  – КПД, учитывающий механические потери при передаче мощности от двигателя к активным рабочим органам плуга;  $k_0, \varepsilon$  – эмпирические коэффициенты, определяющие удельное тяговое сопротивление плуга;  $M_m$  – масса трактора;  $g$  – ускорение свободного падения;  $M_{nl}$  – масса плуга;  $a_0, b_0, c_0$  – постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования;  $f$  – коэффициент сопротивления качению;  $\varphi_{max}$  – максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Масса плуга зависит от ширины захвата. На основе анализа характеристик плугов существующих конструкций их массу как функцию ширины захвата можно описать следующим уравнением

$$M_{nl} = q \cdot B^2 + m_0, \quad (3)$$

где  $q, m_0$  – эмпирические коэффициенты массы плуга.

Для получения высоких эксплуатационных характеристик агрегата необходимо, чтобы наибольшая производительность достигалась при наибольшем общем коэффициенте полезного действия (КПД) трактора, представляющим отношение мощности затраченной на выполнение технологического процесса к эффективной мощности двигателя

$$\eta = \frac{aB(l\omega^3 + dv^2) + aB(k_0 + \varepsilon v^2)v}{N_n \eta_u}. \quad (4)$$

Выразить из уравнения (2) скорость движения агрегата при заданной ширине захвата плуга весьма затруднительно и полученное уравне-

ние будет очень громоздким и крайне неудобным при выполнении многочисленных арифметических подсчетов. Поэтому была разработана в многофункциональной интегрированной среде Delphi программа, позволяющая при заданной ширине захвата плуга с комбинированными рабочими органами находить скорость движения агрегата, удовлетворяющую выражению (2), определять производительность пахотного агрегата, общий коэффициент полезного действия (КПД), строить графические зависимости производительности от скорости движения. В расчетах использованы данные [2, 3]:  $\eta_u=0,95$ ;  $\eta_{mp}=0,88$ ;  $f=0,08$ ;  $a_\sigma=0,808$ ;  $b_\sigma=0,074$ ;  $c_\sigma=0,125$ ;  $\varphi_{max}=0,8$ ;  $a=0,26$  м;  $k_\sigma=36056$  Н/м<sup>2</sup>;  $\varepsilon=1408$  Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $l=1234,5$  Нс<sup>2</sup>/м;  $d=-20079$  Нс/м<sup>3</sup>;  $q=250$  кг/м<sup>2</sup>;  $m_\sigma=190$  кг; характеристик тракторов «БЕЛАРУС» (таблица 1). Результаты расчетов по формулам (1-4) представлены на рисунке 2, в виде потенциально-эксплуатационных характеристик, и в таблице 2.

Таблица 1 - Основные характеристики тракторов «БЕЛАРУС»

Марка трактора	Номинальная мощность двигателя, кВт / л.с.	Масса трактора с передними грузами, кг
БЕЛАРУС 1021	81/110	4700
БЕЛАРУС 1221	98/132	5600
БЕЛАРУС 1523	116/158	6000
БЕЛАРУС 2022	168/228	7200

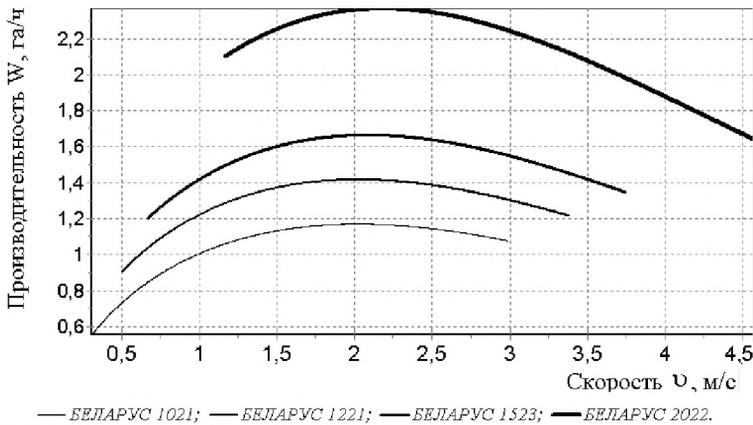


Рисунок 2 - Зависимость от скорости движения производительности плуга с комбинированными рабочими органами в агрегате с трактором

Таблица 2 - Результаты расчета эксплуатационных характеристик плуга с

комбинированными рабочими органами в агрегате с тракторами «БЕЛАРУС»

Марка трактора	Наибольшая производительность агрегата		Наибольший общий КПД трактора		Рекомендация	
	Скорость движения $v$ , м/с	Ширина захвата плуга $B$ , м	Скорость движения $v$ , м/с	Ширина захвата плуга $B$ , м	Передача КПП трактора	Ширина захвата плуга $B$ , м
<i>БЕЛАРУС 1021</i>	2,02	1,61	2,04	1,59	2п 2д	1,6
<i>БЕЛАРУС 1221</i>	2,02	1,95	2,05	1,92	2п 2д	2,0
<i>БЕЛАРУС 1523</i>	2,17	2,13	2,30	2,01	3п 2д	2,0
<i>БЕЛАРУС 2022</i>	2,38	2,75	2,64	2,46	1п 3д	2,4

Таким образом, можно определить эксплуатационные показатели пахотного агрегата, состоящего из трактора «БЕЛАРУС» и плуга с комбинированными рабочими органами. Анализ результатов расчета (рисунки 2, таблица 2) показывает, что у исследуемого пахотного агрегата наибольшая производительность и наибольший общий КПД будут достигаться практически при одной и той же скорости движения, т.е. обеспечиваются повышенные эксплуатационные показатели.

1. Агрономические предпосылки создания роторного плуга / Хатяновский В.В., Легенький С.А., Мисун О.И., Оскирко А.И. «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». - Мн., 2007. С. 136-141.

2. Мисун О.И. Влияние скорости движения и ширины захвата плуга на энергетические и качественные показатели агрегата на основе МЭС // Совершенствование почвообрабатывающих машин и агрегатов. Сб. научн. трудов, Горки, 1990.

3. Повышение эффективности работы тракторов «Беларус» на вспашке / Мисун О.И., Легенький С.А., Оскирко А.И. «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». — Мн., 2007. С. 142-148.

УДК 539.3/.6(07)

## РАСЧЕТ НАТЯГА В СОЕДИНЕНИИ ВАЛА И ВТУЛКИ

*А.А. ЖЕВЛОЧЕНКО*

*Научный руководитель - доцент, к.т.н. О.И. МИСУНО*

Расчет соединений круглых деталей с гарантированным натягом основывается на теории толстостенных труб (цилиндров). Особенностью расчетной схемы толстостенных цилиндров является необходи-