

**Мисуню О.И.**, кандидат технических наук, доцент  
*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ И ПОСЕВЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

**Аннотация.** В статье обосновывается повышение эффективности работы колесных тракторов «Беларус» при выполнении обработки почвы и посеве зерновых культур за счет передачи части мощности двигателя на привод опорных колес (технологического модуля) рабочей машины – в результате снижается буксование движителей и потери мощности на буксование.

**Ключевые слова:** трактор, почвообрабатывающий посевной агрегат, буксование, потери мощности.

**Annotation.** Increase of overall performance of the wheel Belarus tractors during the performing of processing of the soil and crops of grain crops due to transfer of part of engine capacity on the drive of basic wheels (the technological module) of the working car is proved in article – slipping of propellers and loss of power on slipping as a result decreases.

**Keywords:** tractor, soil-cultivating sowing unit, slipping, losses of power.

**Введение.** К важнейшим агротехническим приемам земледелия справедливо относят обработку почвы и посев культурных растений. Именно они создают почвенные условия, в которых произрастают и в дальнейшем развиваются растения.

В последние годы во всех развитых странах мира ведутся интенсивные поиски новых технологических приемов обработки почвы, направленные на защиту ее от эрозионных процессов, сохранение и повышение плодородия почвы, а также на сокращение трудовых, денежных и энергетических затрат. Другим важным фактором, определяющим развитие почвообрабатывающей и посевной техники, является рост энерговооруженности сельского хозяйства, в том числе путем увеличения единичной мощности тракторов.

**Основная часть.** Повышение энергонасыщенности тракторов и развитие машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур привело к опережению роста массы технологической части МТА относительно роста массы трактора. С применением комбинированных агрегатов масса технологической части агрегата сравнялась с массой энергетической части, и можно прогнозировать, что в будущем масса технологической части агрегата будет превосходить массу энергетической.

Противоречие между необходимостью снижения веса трактора и сохранением тягово-сцепных свойств можно устранить, если в качестве сцепного использовать вес всего агрегата, включая технологическую часть, а не только вес трактора.

Радикальный способ увеличения относительной доли сцепного веса в агрегате, или активизации веса агрегируемой машины – это оснащение его технологической части ведущими колесами, приводимыми от системы отбора мощности. Такой подход становится особенно актуальным, если масса агрегируемой машины приближается к массе трактора. В этом случае только часть мощности двигателя будет реализовываться через ходовую систему трактора и его удельная материалоемкость может быть снижена. В зависимости от соотношения сцепных весов трактора и рабочей машины активно приводные колеса последней могут обеспечить прирост тягового усилия от 50 до 100 %.

В этой связи рассмотрим целесообразность построения комбинированного агрегата совмещающего предпосевную обработку почвы и посев зерновых культур на основе энергонасыщенных тракторов, реализующих часть мощности двигателя на привод опорных колес сельскохозяйственной машины. В состав агрегата входят энергонасыщенный колёсный трактор «Беларус 3022» и комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат АПП-6. Мощность двигателя энергетического средства при этой схеме построения агрегата реализуется через ходовой аппарат трактора (энергетического модуля) и передаётся на привод опорной тележки орудия (технологического модуля). Трактор в данном случае выполняет функцию тягово-энергетического средства.

Существенное влияние на эффективность работы почвообрабатывающе-посевной машины, на производительность агрегата, на снижение энергетических затрат на выполнение технологического процесса оказывает буксование. Величина буксования ведущих колес сельскохозяйственных агрегатов характеризуется отношением потерянной скорости поступательного

движения к возможному ее теоретическому значению. При этом из-за буксования теряется часть мощности, передаваемой от двигателя энергетического средства через трансмиссию к движителям.

Для анализа потерь мощности на буксование  $N_{\delta}$  при работе трактора «Беларус» (энергетический модуль) с почвообрабатывающим посевным агрегатом, имеющим приводные опорные колеса (технологический модуль), у которого часть веса машины для создания касательной силы тяги представим уравнение определяющее величину теряемой мощности на буксование

$$N_{\delta} = (F_T + G_T f_T) \frac{v \delta_T}{1 - \delta_T} + (F_M + G_a f_M) \frac{v \delta_M}{1 - \delta_M}, \quad (1)$$

где  $F_T$  – тяговое усилие на крюке трактора;

$F_M$  – тяговое усилие создаваемое технологическим модулем;

$G_T, G_a$  – вес, соответственно, трактора и агрегата;

$G_M$  – сцепной вес агрегата;

$f_T, f_M$  – коэффициент сопротивления качению, соответственно, трактора и технологического модуля;

$\delta_T, \delta_M$  – буксование движителей, соответственно, трактора и технологического модуля;

$v$  – скорость движения.

Результаты тяговых испытаний тракторов «Беларус» на поле подготовленном под посев можно аппроксимировать уравнением вида:

$$\delta_T = a_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G_T} + f_T}{\phi_{\max}} \right)^4 + b_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G_T} + f_T}{\phi_{\max}} \right)^2 + c_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G_T} + f_T}{\phi_{\max}} \right), \quad (2)$$

где  $a_0, b_0, c_0$  – постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования;  $\phi_{\max}$  – максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Буксование движителей технологического модуля можно представить уравнением аналогичным уравнению (2):

$$\delta_M = a_0 \left( \frac{\frac{F_M}{G_M} + f_M}{\phi_{\max}} \right)^4 + b_0 \left( \frac{\frac{F_M}{G_M} + f_M}{\phi_{\max}} \right)^2 + c_0 \left( \frac{\frac{F_M}{G_M} + f_M}{\phi_{\max}} \right), \quad (3)$$

Тяговое сопротивление почвообрабатывающего посевного агрегата равно

$$P = F_T + F_M. \quad (4)$$

Доля тягового усилия трактора составит

$$\varepsilon_T = \frac{F_T}{P} = \frac{F_T}{F_T + F_M}. \quad (5)$$

Тогда тяговое усилие энергетического и технологического модулей могут быть представлены

$$F_T = \varepsilon_T P; \quad F_M = \varepsilon_M P = (1 - \varepsilon_T) P, \quad (6)$$

где  $\varepsilon_M$  – доля тягового усилия технологического модуля.

В процессе работы агрегата всегда обеспечивается равенство

$$\varepsilon_T + \varepsilon_M = 1. \quad (7)$$

Подставляя выражения (4) – (6) в (2) и (3) построим графические зависимости буксований движителей энергетического и технологического модулей от доли тягового усилия трактора в тяговом сопротивлении орудия  $\varepsilon_T$  (рисунок 1). В расчетах примем следующие данные:  $a_0 = 0,245$ ;  $b_0 = -0,336$ ;  $c_0 = 0,237$ ;  $P = 50000$  Н;  $G_T = 115000$  Н;  $G_a = 70000$  Н;  $G_M = 0,5G_a$ ;  $v = 2,5$  м/с;  $\phi_{\max} = 0,6$ ;  $f_T = f_M = 0,2$ . Анализ графической зависимости (рисунок 1) показывает, что в случае, если опорные колеса агрегата не являются приводными, то буксование движителей трактора составляет 17 %, которое по мере роста тягового усилия технологического модуля снижается.

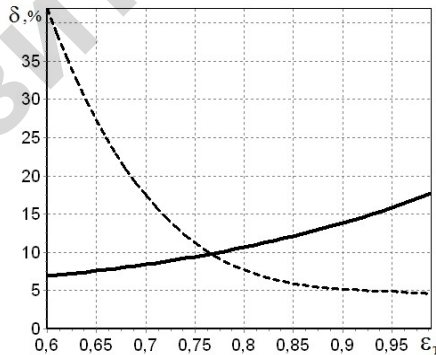


Рисунок 1 – Зависимости буксований движителей энергетического (—) и технологического (-----) модулей от доли тягового усилия трактора в тяговом сопротивлении орудия  $\varepsilon_T$

Подставляя выражения (2) – (6) в (1) построим графическую зависимость потерь мощности на буксование при работе почвообрабатывающего посевного агрегата с трактором «Беларус 3022» от величины  $\varepsilon_T$  (рисунок 2).

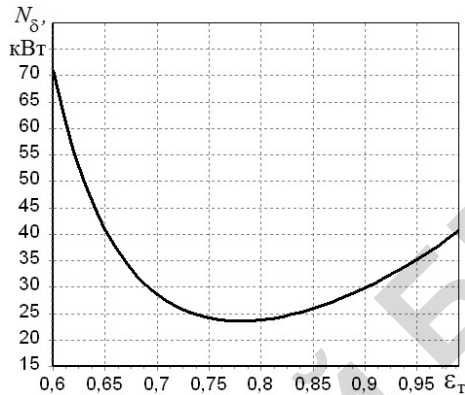


Рисунок 2 – Зависимость потерь мощности на буксование при работе почвообрабатывающего посевного агрегата с трактором «Беларус 3022» от величины  $\varepsilon_T$

Анализ построенных графических зависимостей показывает, что в случае, если опорные колеса агрегата не являются приводными, то потери мощности на буксование составляют 41 кВт, а наименьшие потери мощности на буксование достигаются при одинаковых буксованиях движителей энергетического и технологического модулей, т.е.  $\delta_T = \delta_M$  и составляют 24 кВт. Тогда

$$\frac{F_T}{G_T} = \frac{F_M}{G_M} \quad (8)$$

Принимая во внимание выражения (4) и (8) получим

$$F_T = P \frac{G_T}{G_T + G_M}; \quad F_M = P \frac{G_M}{G_T + G_M} \quad (9)$$

**Заключение.** Таким образом, наименьшие потери мощности на буксование при работе почвообрабатывающего посевного агрегата, построенного по модульной схеме, у которого функции энергетического модуля выполняет трактор «Беларус», технологического модуля – опорная приводная тележка достигаются когда тяговые усилия модулей пропорциональны их сцепному весу.