

**Abstract**

*Test results of diesel fuels samples taken from various region filling stations show that they comply with GOST. Study conducted by means unit, revealed several defects of its structure: complexity of temperature tracking and control; problem with temperature of diesel fuel fixing; not space effective. For further work in this field it is required to develop structural design of instrumentation.*

УДК 631.312.35

**СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ НА ПАХОТУ**

**О.И. Мисуно, к.т.н., доцент, С.А. Легенький, инженер,  
А.И. Оскирко, инженер**

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

*В статье рассматриваются вопросы снижения энергетических затрат при работе пахотных агрегатов в составе тракторов «Беларус». Решение представляется в применении плугов с комбинированными рабочими органами, у которых по сравнению с лемешно-отвальными плугами, меньшее тяговое сопротивление и лучшее качество обработки почвы.*

**Введение**

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почвы тесно связаны с качеством пахоты, являющейся самым энергоемким процессом в полеводстве. На ее выполнение затрачивается примерно 30–40% от всех энергозатрат на полевые работы. В этой связи особую значимость приобретает развитие энергосберегающих технологий почвообработки.

**Основная часть**

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.

Поэтому на протяжении многих лет повышение производительности агрегатов на основной обработке почвы достигалось увеличением скорости движения. Увеличение ширины захвата привело к возрастанию, как массы сельскохозяйственных орудий, так и тракторов, а также к ухудшению маневренности агрегатов. Такой результат объясняется интенсивным ростом тягового сопротивления плугов при увеличении скорости движения и недостаточной сцепной массой энергонасыщенных тракторов.

Скорость движения агрегата и ширина захвата лемешно-отвального плуга определяются из уравнения баланса мощности двигателя трактора:

$$N_n \eta_n = \frac{N_T + N_f}{(1 - \delta) \eta_{тр}}, \quad (1)$$

где  $N_n$  – номинальная мощность двигателя трактора;  $\eta_n$  – степень загрузки двигателя;  $\eta_{тр}$  – КПД, учитывающий механические потери в трансмиссии трактора;  $N_T$  – тяговая мощность трактора;  $N_f$  – мощность, затрачиваемая на передвижение трактора;  $\delta$  – буксование движителей трактора.

$$N_T = F_T \cdot v = aBv \cdot (k_0 + \varepsilon v^2); \quad (2)$$

$$N_f = M_T g f v; \quad (3)$$

где  $a$  – глубина обработки почвы;  $B$  – ширина захвата плуга;  $v$  – скорость движения;  $k_0$ ,  $\varepsilon$  – эмпирические коэффициенты, определяющие удельное тяговое сопротивление плуга;  $M_T$  – масса трактора;  $g$  – ускорение свободного падения;  $f$  – коэффициент сопротивления качению;  $M_{пл}$  – масса плуга;  $F_T$  – тяговое усилие трактора.

Существенное влияние на величину общего коэффициента полезного действия энергетического средства, на производительность пахотного агрегата, на снижение энергетических затрат на выполнение вспашки оказывает буксование движителей трактора. Особенно повышенное буксование наблюдается у скоростных энергонасыщенных тракторов, что снижает эффективность их использования при работе с плугами на почвах с высоким удельным сопротивлением, а также на почвах влажных и рыхлых. Из-за буксования теряется часть мощности, передаваемой от двигателя энергетического средства через трансмиссию к движителям. Результаты тяговых испытаний тракторов БЕЛАРУС 1221, БЕЛАРУС 1523, БЕЛАРУС 2022 можно аппроксимировать уравнением вида:

$$\delta = a_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G} + f}{\phi_{max}} \right)^4 + b_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G} + f}{\phi_{max}} \right)^2 + c_0 \left( \frac{\frac{F_T}{G} + f}{\phi_{max}} \right), \quad (4)$$

где  $a_0$ ,  $b_0$ ,  $c_0$  – постоянные коэффициенты, определяемые из кривых буксования:  $a_0 = 1,05$ ;  $b_0 = -0,43$ ;  $c_0 = 0,2$ ;  $G$  – сцепной вес трактора, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления качению;  $\phi_{max}$  – максимальное значение коэффициента использования сцепного веса.

Сцепной вес трактора увеличивают за счет части веса плуга

$$G = (M_T + 0,3M_{пл})g. \quad (5)$$

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

$$M_{\text{пл}} = q B^2 + m_0, \quad (6)$$

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

Определив из выражения (1) ширину захвата плуга, исследуем удельные затраты мощности (на один метр ширины) в зависимости от скорости движения пахотного агрегата

$$N_{\text{уд}} = \frac{N_{\text{н}} \eta_{\text{н}}}{B}. \quad (7)$$

При построении графических зависимостей  $N_{\text{уд}} = f(v)$ , представленных на рис. 1, а, приняты следующие данные [1, 2]: трактор «Беларус 2022» (мощность двигателя  $N_{\text{н}} = 147$  кВт, 175 кВт и 200 кВт;  $M_{\text{т}} = 7200$  кг); на стерне  $f = 0,08$  и  $\phi_{\text{max}} = 0,8$ ;  $\eta_{\text{н}} = 0,95$ ;  $a = 0,26$  м;  $\eta_{\text{тр}} = 0,88$ ;  $f = 0,08$ ;  $q = 250$  кг/м<sup>2</sup>;  $m_0 = 190$  кг;  $k_0 = 54246$  Н/м<sup>2</sup>;  $\varepsilon = 1920$  Нс<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>.

Из рис. 1, а видно, что по мере увеличения скорости движения агрегата (при полной загрузке двигателя уменьшается ширина захвата плуга), а также с увеличением энергонасыщенности трактора удельные затраты мощности на обработку почвы возрастают. Эффективно реализовать мощность двигателя энергонасыщенного трактора на пахоте не представляется возможным из-за чрезмерного буксования движителей, обусловленного большой величиной тягового сопротивления почвообрабатывающего орудия.

Анализ тяговых характеристик энергонасыщенных тракторов позволяет заключить, что реализовать мощность через прицепное устройство невозможно из-за недостаточного сцепления движителей с почвой. Предельной мощности, реализуемой ходовой системой тракторов «Беларус», соответствует граничная энергонасыщенность 16...20 кВт/т, которая может быть реализована в тяговом агрегате при благоприятных условиях.

Для повышения производительности, снижения энергозатрат на пахоте применяют иногда балластирование, увеличивая сцепной вес колесных тракторов путем навешивания дополнительных грузов, а также используют догрузатели. На рис. 1, б, отражаются удельные затраты мощности трактора Беларус 2022 с балластом массой 1200 кг в зависимости от скорости движения пахотного агрегата. Это дает возможность снизить удельные затраты мощности на пахоте на 8–12 %. Однако чрезмерная нагрузка ходовую систему трактора приводит к снижению ее долговечности. Кроме того, при работе агрегата с балластными грузами затрачивается определенная мощность на их перемещение.

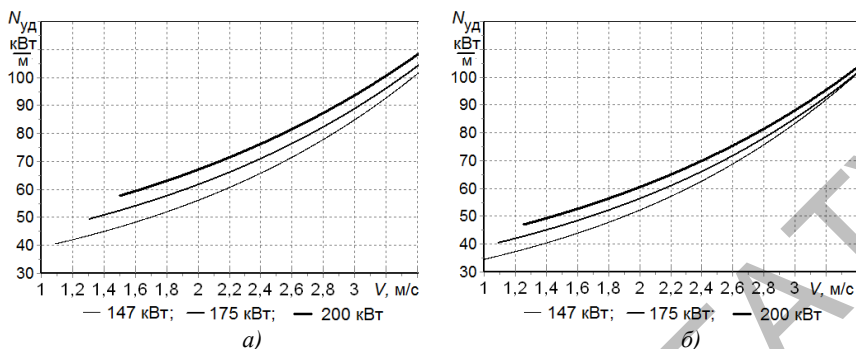


Рисунок 1 - Зависимость удельных затрат мощности трактора «Беларус 2022» при вспашке почвы лемешно-отвальным плугом от скорости движения:  
а – без балласта; б – с балластом массой 1200 кг

Повышение производительности и качества работы пахотных агрегатов, рациональное использование мощности требует совершенствования технологии вспашки, создания новых орудий и способов передачи энергии от двигателя к рабочей машине. Одним из эффективных путей решения поставленных задач является применение в составе пахотных агрегатов энергонасыщенных тракторов «Беларус» и плугов с комбинированными рабочими органами. При вспашке таким плугом 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. При этом снижается тяговое сопротивление плуга и возрастает качество обработки почвы.

На привод и работу активных рабочих органов плуга расходуется мощность [2]:

$$N_a = \frac{aB \cdot (l \cdot (2,3 + 1,133v)^3 + d \cdot v^2)}{\eta_a}; \quad (8)$$

где  $l$ ,  $d$  – эмпирические коэффициенты, определяющие удельную мощность, реализуемую активными рабочими органами плуга;  $\eta_a$  – КПД, учитывающий механические потери при передаче мощности к активным рабочим органам плуга.

Учитывая в правой части выражения (1) слагаемое в виде выражения (8) и принимая данные ( $\eta_a = 0,76$ ;  $k_0 = 36056 \text{ Н/м}^2$ ;  $\varepsilon = 1408 \text{ Нс}^2/\text{м}^4$ ;  $l = 1234,5 \text{ Нс}^2/\text{м}$ ;  $d = -20079 \text{ Нс}/\text{м}^3$  [2, 3]) построены графические зависимости удельных затраты мощности в зависимости от скорости движения па-

хотного агрегата в составе трактора «Беларус 2022» с разными мощностями двигателя и плуга с комбинированными рабочими органами (рис. 3).



Рисунок 2 - Зависимость удельных затрат мощности трактора «Беларус 2022» при вспашке почвы плугом с комбинированными рабочими органами от скорости движения

Как видно из рис. 2, удельные затраты мощности при работе энергонасыщенного трактора «Беларус 2022» с плугом имеющим комбинированные рабочие органы меньше на 14–18 %, по сравнению когда этот же трактор работает с лемешно-отвальным плугом. Применение для выполнения пахоты плуга с комбинированными рабочими органами позволяет эффективно использовать возрастающие мощности тракторов «Беларус».

### Заключение

Эффективным направлением снижения энергетических затрат на пахоте является реализации мощности энергонасыщенных тракторов «Беларус» по двум потокам – через крюк и ВОМ. Осуществление этой схемы возможно при использовании плугов с комбинированными рабочими органами, которые потребляют значительную часть мощности двигателя, минуя ходовую систему трактора. По мере роста энергонасыщенности трактора доля мощности двигателя, реализуемая, для обеспечения требуемого качества вспашки, через активные рабочие органы плуга, может увеличиваться.

### Литература

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

**Abstract**

*In article questions of decrease in power expenses are considered during the operation of arable units as a part of the Belarus tractors. The decision is submitted in application of plows with the combined working bodies, at which in comparison with lemeshno-dump plows, the smaller traction resistance and the best quality of processing of the soil.*

УДК 631.3:531.781.2

**ОСОБЕННОСТИ ТЕНЗОМЕТРИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

**Д. Н. Колоско, к.т.н., доцент, А.С. Яцкив, студент**

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

*В статье рассмотрены типы тензометрических преобразователей, их применение в сельскохозяйственном машиностроении, приведены и проиллюстрированы примеры новых образцов белорусской сельскохозяйственной техники.*

**Введение**

Тензометрия (от лат. *tensus* – напряжённый и греч. *μέτρο* – измеряю) – экспериментальное определение напряжённого состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций.

Деформация чувствительного элемента тензометрического преобразователя изменяет его активное сопротивление и вызывает выходной сигнал тензорезистора, определяемый как отношение приращения сопротивления тензорезистора к его начальному сопротивлению.

**Основная часть**

Конструктивно современные тензорезисторы представляют собой чувствительный элемент (тонкая проволока, фольга, напыленная в вакууме полупроводниковая пленка) в виде петлеобразной решетки, который скрепляется с подложкой (ткань, бумагу, пленку). На исследуемый объект тензорезисторы крепятся с помощью клея со стороны подложки. Для изготовления тензорезисторов используют константан, никром, никель, висмут, а также кремний и германий.

Тензорезисторы используются в качестве первичных преобразователей при измерениях различных механических величин – силы, крутящего момента, перемещения, давления. На рисунке 1 представлены современные тензометрические датчики: а) датчик измерения деформации растяжения,