

**В.С.Шевченко проф., д.-р. техн. наук, В.И. Пилипенко, А.В. Королькевич доц.,  
канд. техн. наук, О.В. Брилевский**

*Институт механики и надежности машин НАН Беларуси*

## Особенности применения гидрообъемных трансмиссий на универсально-пропашных колесных тракторах

Приведен анализ и результаты испытаний колесных тракторов с гидрообъемной трансмиссией. Обосновывается целесообразность применения полнопоточных гидрообъемных трансмиссий на универсально-пропашных колесных тракторах.

**колесные тракторы, гидрообъемная трансмиссия, производительность**

Применение гидрообъемных трансмиссий (ГОТ) является одним из перспективных способов повышения производительности тракторов. До последнего времени широкое использование такого вида трансмиссий на сельскохозяйственных тракторах сдерживалось их высокой стоимостью и более низким, чем в механических трансмиссиях, к.п.д. Поэтому ГОТ получили наибольшее распространение на малогабаритных тракторах, применяемых в мелких садово-огороднических хозяйствах и в коммунально-строительных отраслях. Так в США более 50% садово-огородных тракторов выпускают с гидрообъемными полнопоточными трансмиссиями.

Однако, по мере совершенствования конструкций и производства современных гидромашин и других компонентов ГОТ стало выгодным их применять и для более мощных тракторов и сельхозмашин.

Известно, что производительность тракторного агрегата  $Q$  определяется с помощью выражения [1]:

$$Q = \frac{27}{K} N_e \eta_T \chi \beta \tau \text{ га/час}, \quad (1)$$

где  $N_e$  — максимальная мощность двигателя в л. с.;

$\eta_T$  — условный тяговый к. п. д. трактора;

$\chi$  — коэффициент загрузки двигателя по мощности;

$\beta$  — коэффициент использования теоретической ширины захвата;

$\tau$  — коэффициент использования времени смены;

$K$  — удельное сопротивление машины или орудия, кг/м.

От того, какого вида трансмиссия применяется на тракторе, зависят значения коэффициентов  $\eta_T$ ,  $\chi$ ,  $\tau$ .

Условный тяговый к.п.д.  $\eta_T$  определяется с помощью следующего выражения:

$$\eta_T = \eta_{TP} \eta_\delta \eta_f, \quad (2)$$

где  $\eta_{TP}$  — к. п. д. трансмиссии;

$\eta_b$  — коэффициент, учитывающий потери от буксования;

$\eta_f$  — коэффициент, учитывающий потери на передвижение трактора.

Следовательно, условный тяговый к.п.д.  $\eta_T$  при прочих равных условиях пропорционален изменению к.п.д. трансмиссии  $\eta_{TP}$ .

На рис. 1 показана универсальная характеристика изменения к.п.д. гидротрансмиссии колесного трактора МТЗ-80Б на всем скоростном и нагрузочном диапазонах работы тракторного агрегата. В зоне рабочего диапазона скоростей (800—1800 об/мин) и номинальной передаваемой мощности к.п.д. гидрообъемной трансмиссии, включающей аксиально-поршневые гидромашины, составляет 0,85—0,87. Механическая трансмиссия при том же скоростном диапазоне и номинальной мощности имеет к.п.д. 0,9-0,92 [2].

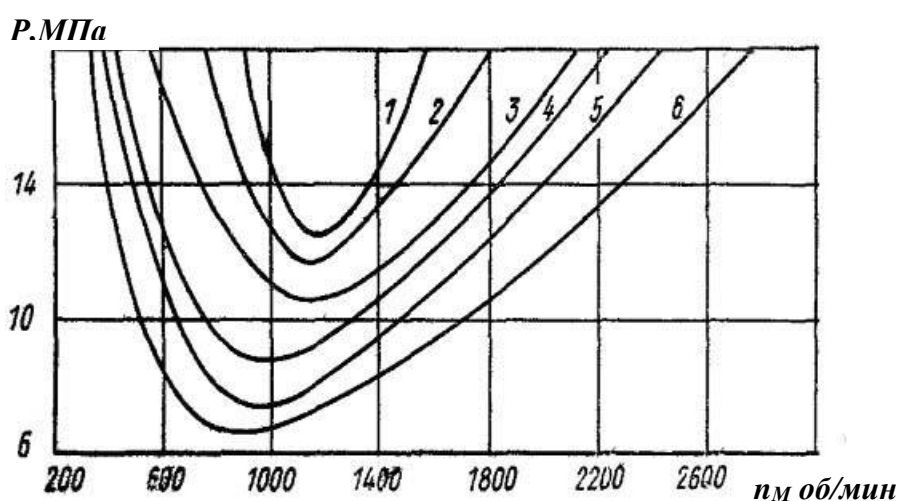


Рисунок 1 - Универсальная характеристика ГТТ при объемном регулировании насоса (1500 об/мин) и гидромотора при  $\eta_{TP} = 0,87$  (1), 0,86 (2), 0,85 (3), 0,84 (4), 0,83 (5), 0,81 (6)

В зоне транспортного диапазона скоростей наблюдается снижение к.п.д. гидрообъемной трансмиссии. Это снижение объясняется тем, что к.п.д. регулируемого гидромотора уменьшается с уменьшением его рабочего объема. Так, при скорости вращения вала гидромотора 2000 об/мин к.п.д. гидротрансмиссии составляет 0,81.

Механические трансмиссии на передачах с высокими скоростями движения имеют также меньшее значение к.п.д. по сравнению со скоростями рабочего диапазона. Однако это снижение не превышает 3—4%.

Несмотря на то, что в настоящее время к.п.д. механических трансмиссий несколько выше, чем к.п.д. гидрообъемных, этот показатель сам по себе еще не может служить основной оценкой эксплуатационных качеств тракторов. Трансмиссия может обладать очень хорошим механическим к.п.д., но не обеспечивать подходящих скоростей движения для наиболее эффективного использования мощности двигателя, агрегируемого с трактором оборудования, труда и топлива.

Известно, что тракторный агрегат чаще всего работает в режиме постоянной мощности. При этом наиболее благоприятными условиями эксплуатации будут такие,

когда скоростной диапазон трансмиссии позволяет полностью использовать мощность двигателя (коэффициент загрузки двигателя по мощности при этом близок к 100%).

При условии использования на тракторе механической трансмиссии максимальная мощность двигателя может быть использована только при одной скорости и определенном тяговом усилии на крюке для каждой передачи.

На рисунках 2 а,б, представлены скорости движения и тяговые усилия на крюке, соответствующие максимальной крюковой мощности (кривая А—Е для трактора МТЗ-80 с механической трансмиссией и кривая А'—Е' для трактора МТЗ-80Б с полнопоточной гидрообъемной трансмиссией), полученные в результате тяговых испытаний колесных тракторов МТЗ-80 и МТЗ-80Б кл. 1,4 т на стерне озимой ржи. Нагрузка на крюке создавалась буксированием самоходной динамометрической лаборатории. Тракторы испытывались на скоростном диапазоне 6—15 км/час [2].

*V*, км/ч

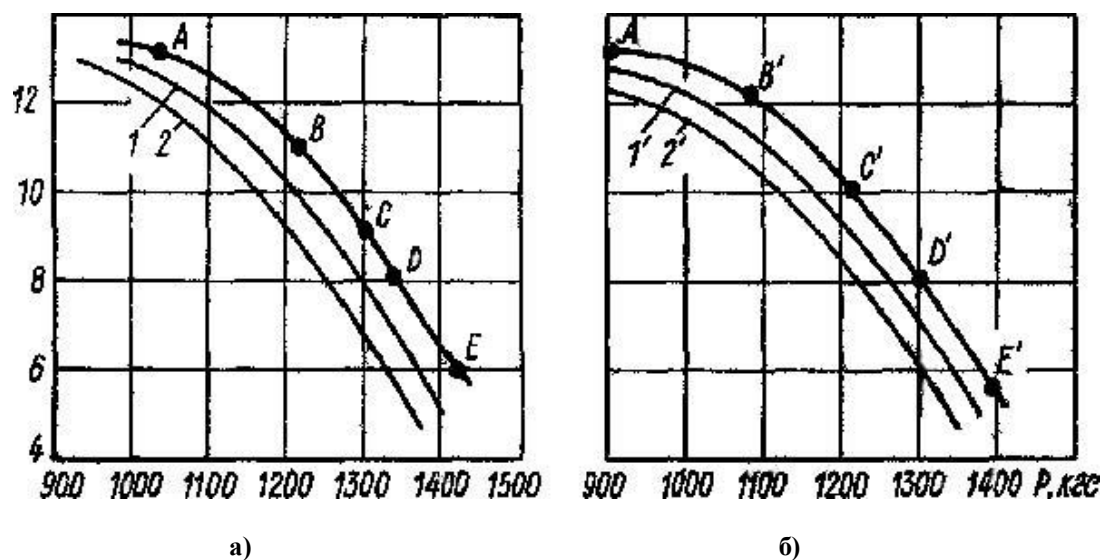


Рисунок 2 - Изменение максимальной крюковой мощности в зависимости от скорости движения тракторов МТЗ-80 (а) и МТЗ-80Б (б)

На тракторе с механической трансмиссией данный скоростной диапазон соответствовал пяти передачам.

Сила тяги на крюке определялась с помощью зависимости:

$$P_{кр} = \frac{3600 N_{1D} \eta (1 - \delta)}{V} + m f . \quad (3)$$

Здесь: первое слагаемое – сила тяги на колесах, а второе – сила сопротивления качению;

$N_{1D}$  – мощность двигателя;

$\delta$  – коэффициент буксования;

$V$  – скорость тракторного агрегата;

$m$  – масса трактора;

$f$  – коэффициент трения качения.

Двигатель может работать при любой комбинации нагрузки, характеризующейся кривыми А—Е и А'—Е', но механическая трансмиссия позволяет использовать

крюковую мощность только в определенных условиях (точки А — Е). Наличие областей неиспользуемой крюковой мощности приводит к снижению коэффициента загрузки двигателя, что влечет за собой снижение производительности тракторного агрегата.

У трактора с гидрообъемной трансмиссией бесступенчатое изменение скорости движения позволяет полностью использовать максимальную крюковую мощность  $A' — E'$ , и тем самым коэффициент загрузки двигателя может достигать 100%.

Если выполняемая работа в заданном скоростном диапазоне не требует максимальной крюковой мощности, то, переходя на частичные нагрузочные режимы по двигателю (на рисунке 2 а, б кривые 1, 2, 1', 2') желательнее также коэффициент загрузки двигателя доводить до 100%. Это условие может быть выполнено только при наличии бесступенчатого регулирования скорости движения трактора.

Исходя из статистических данных по эксплуатации колесных тракторов кл. 1,4 т, все выполняемые им работы можно распределить на пять основных групп : 1) транспортные работы, 2) пахота, 3) почвообрабатывающие общего назначения и посев, 4) междурядная обработка, 5) уборочные работы и работы с приводными машинами. Удельный вес остальных работ незначителен и не превышает 5%.

Величина загрузки двигателя, а также продолжительность работы трактора на режимах приведены в таблице 1. Из приведенных данных видно, что загрузку двигателя трактора с механической трансмиссией можно считать удовлетворительной только при пахоте и выполнении уборочных работ и работ с приводными машинами. Однако продолжительность этих работ составляет только 24,6% от общего времени использования трактора.

Таблица 1 - Загрузка двигателя и продолжительность использования универсального трактора на различных видах работ

Вид работ	Загрузка двигателя, % от номинальной мощности	Продолжительность работы, % от общего рабочего времени
Транспортные	45-60	48,1
Пахота	80-90	6,9
Почвообрабатывающие общего назначения и посев	60-80	15,1
Междурядная обработка	60-70	9,6
Уборочные работы и работы с приводными машинами	70-90	17,7

Ведомственные испытания тракторов с гидрообъемной трансмиссией показали, что при выполнении транспортных работ, доля которых от общего времени использования трактора составляет 48,3%, значительно увеличивается загрузка двигателя.

Кроме этого, на повышение производительности тракторного агрегата большое влияние оказывает рациональное использование времени смены. Установлено, что

трактор с гидрообъемной трансмиссией на холостые переезды затрачивает времени на 32% меньше по сравнению с серийным трактором. При этом следует учесть, что для универсально-пропашных тракторов время холостых переездов в зависимости от размеров участков и вида работ колеблется в пределах 15—30% общего времени движения, причем величина коэффициента холостых ходов возрастает с увеличением рабочих скоростей.

Испытания показали, что по сравнению с трактором, имеющим механическую трансмиссию, использование трактора с гидрообъемной трансмиссией в составе агрегата значительно увеличивает его производительность на полях с неровным микрорельефом (уклоны 7—8°) и при выполнении транспортных работ. Так, по данным испытаний, проведенных в полевой базе Минского тракторного завода, при сплошной культивации и вспашке на указанных полях повышение производительности соответственно составило 15 и 20%. Расход топлива на 1 га выполненных работ при этом оказался практически одинаковым для сравниваемых тракторов. На внутривозвратных перевозках с одним прицепом по гравийному шоссе трактор с гидрообъемной трансмиссией по сравнению с трактором той же мощности, оборудованным механической трансмиссией, показал повышение производительности на 10,5%, а на участке 10,5 км с уклонами 7—8° — на 50%.

Следует добавить, что существуют многочисленные конструктивные возможности повышения к.п.д. гидрообъемных трансмиссий. Кроме того, высокий к.п.д. трактора в области частичных нагрузок может быть достигнут согласованием работы двигателя и гидрообъемной трансмиссии.

Основные технические показатели тракторов с гидрообъемными трансмиссиями в большой степени определяются выходными характеристиками применяемых гидромашин. Так, габаритно-массовые показатели, металлоемкость и быстроходность лучшие у гидромашин с наклонной шайбой, а регулировочные характеристики, удельная мощность, механический к.п.д. — у гидромашин с наклонным блоком.

Теоретический анализ, лабораторные и полевые испытания позволяют сделать вывод о перспективности применения на универсально-пропашных колесных тракторах гидрообъемной трансмиссии.

## Список литературы

- 1 Бойков П.И., Городецкий К.И. и др. Тракторы и сельхозмашины, №7, 1967.
- 2 Шевченко В.С., Пилипенко В.И. Условия применения гидростатической передачи в трансмиссии колесного трактора, Весті АН БССР, серія фізика-технічних наук, №3, 1975.

Наведені аналіз і результати випробувань колісних тракторів з повнопоточною гідротрансмісією. Обґрунтовується доцільність застосування повнопоточних гідротрансмісій на универсально-пропашних колісних тракторах.

The analysis and results of wheeled tractors testings with hydraulic transmission drives are give. The sense of use foolflow hydraulic transmission drives for all purpose wheeled tractors is substantiate.

*Получено 25.09.05*