

УДК 631.1.

Спириданчук Н.В., к.т.н., ст.преподаватель, ДальГАУ

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ КЛАССА 1,4 НА ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТАХ

*В статье приведены результаты исследований по повышению тягово-сцепных свойств колесных тракторов класса 1,4 и улучшения динамики разгона на транспортных работах за счет уменьшения тягового сопротивления прицепа.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАКТОР, ПРИЦЕП, ТЯГОВО-СЦЕПНЫЕ СВОЙСТВА, РАЗГОН, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ.

Spiridanchuk N.V., Cand.Tech.Sci., senior teacher, FESAU

## INCREASE OF EFFICIENCY OF USE OF WHEEL TRACTORS CLASS 1,4 ON TRANSPORT WORKS

*The results of research on increase of traction-coupling properties of wheel tractors class 1,4 and improvements of acceleration dynamics on transport works due to reduction of traction resistance of the trailer are stated in this article.*

KEYWORDS: TRACTOR, TRAILER, TRACTION-COUPLING PROPERTIES, ACCELERATION, PRODUCTIVITY.

Амурская область имеет огромный аграрный потенциал. Плодородные почвы и большое количество осадков в основных земледельческих районах обеспечивают благоприятные условия для возделывания сои, зерновых, овощных и кормовых культур, картофеля. Начиная с 2005 года, площадь посевов в хозяйствах всех категорий увеличивается в среднем на 7,1% в год. Важно отметить, что доля крестьянско-фермерских хозяйств (КФХ) в производстве основной продукции в Амурской области составляет до 30% от валовой продукции растениеводства.

Основу тракторного парка сельскохозяйственных предприятий и КФХ области составляют универсальные пропашные колесные тракторы класса 1,4 (около 38%)[2]. Значительная часть - от 25 до 60% выполняемых ими работ – транспортные внутрихозяйственные перевозки. Тракторные поезда незаменимы при перевозке грузов в тяжелых дорожных условиях, когда автомобильный транспорт не способен работать из-за недостаточной проходимости.

Одним из перспективных направлений повышения эффективности использования колесных тракторов на полевых транспортных работах в КФХ является применение колесного трактора класса 1,4 и прицепа 2 ПТС-4 с центробежными дисбалансами, установленными на платформе прицепа.

Сочетание на внутрихозяйственных перевозках случаев движения по полю и дорогам с меняющимися по времени и протяженности

участками сопротивления движению, требует определенных подходов решения скоростных показателей ТТА и его разгонных качеств. Наиболее характерным неустановившимся процессом является разгон агрегата и особо напряженной фазой – трогание с места. В данный момент при недостаточных тягово-сцепных свойствах колесного трактора, ТТА испытывает наибольшее сопротивление движению. На практике для сдвига ТТА с места применяется рывок, то есть происходит использование силы инерции всего агрегата. При этом возможны ударные нагрузки, вследствие чего происходит поломка прицепных скоб и элементов трансмиссии. Это можно предупредить уменьшением загрузки прицепа, что снижает в конечном итоге производительность ТТА.

Установлено, что повышение эффективности использования тракторных поездов на транспортных работах возможно при увеличении объема перевозимого груза с одновременным снижением силы сопротивления качению прицепов и повышении рабочих скоростей движения ТТА на транспортных работах[3].

Повышение производительности ТТА за счет увеличения скорости движения и грузоподъемности ограничивается условием разгона и трогания. В общем случае трогание и разгон ТТА могут быть осуществлены, если суммарный движущий момент будет больше суммарного момента сопротивления, который включает в себя момент сил тягового сопротивления и момент инерции поступательно и враща-

тельно движущихся масс. Снижение суммарного момента сопротивления возможно достичь различными способами: путем применения упругодемпфирующих механизмов в трансмиссии трактора и в прицепном устройстве, использования гидромеханических трансмиссий, коробок передач без разрыва потока мощности и автоматических коробок передач и другое. Одним из способов снижения суммарного момента сопротивления является резервирование мощности двигателя путем снижения ее составляющей на крюке трактора, необходимой для преодоления силы сопротивления качению прицепа во время трогания агрегата с места.

Для снижения силы сопротивления качению в реальных условиях эксплуатации ТТА на поле или при неблагоприятных дорожных условиях обычно тракторные поезда не догружают, что в конечном итоге существенно снижает производительность ТТА. Нами предлагается в момент трогания агрегата с места уменьшить нагрузку, приходящуюся на передние колеса прицепа за счет вертикальных инерционных сил, что позволит снизить коэффициент сопротивления качению в момент разгона [1].

## МЕТОДИКА

Для этой цели установили на платформу прицепа центробежные дисбалансы. При этом были поставлены следующие задачи:

1. Установить влияние неуравновешенных масс на тяговый баланс агрегата и динамику разгона в полевых условиях.

2. В производственных условиях определить эффективность тракторно-транспортного агрегата с неуравновешенными массами на внутрихозяйственных перевозках и провести его экономическую оценку.

При проведении экспериментальных исследований в полевых условиях трактор комплектовался серийным прицепом 2ПТС-4 с центробежными дисбалансами, установленными на платформе прицепа (рис.1).

Привод установки осуществляется от вала отбора мощности (ВОМ) трактора через редуктор (рис. 2), карданную передачу с опорным эластичным подшипником, двух дополнительных валов с опорными подшипниками. Экспериментальные исследования проведены на луговых черноземовидных почвах. Опыты проводились на свежеспаханном поле, при влажности почвы 22-24%. Длина гона - 50 метров.



Рис. 1. Прицеп 2 ПТС-4 с центробежными дисбалансами

Испытания трактора с экспериментальным прицепом производились в четыре этапа с пятикратной повторностью: 1-й этап - с дисбалансами, 2-й и 3-й этапы – с навеской допол-

нительных маховых масс соответственно, 4-й этап – с отключенным приводом дисбалансов (рис.3).



Рис. 2. Общий вид установки



Рис. 3. Общий вид трактора и прицепа с центробежными дисбалансами

Разгон трактора с прицепом осуществлялся до установившегося движения трактора. Полная масса экспериментального прицепа составляла 3200, 3500 и 5000 кг, что соответствует загрузке прицепа сеном, картофелем и зерном по возможному заполнению его объема в реальных условиях эксплуатации.

При проведении экспериментальных исследований измерялись следующие параметры: тяговое усилие, число оборотов ведущих колес трактора, пройденный путь, время опыта, нагрузка, приходящаяся на передние колеса прицепа, буксование при разгоне. Измерение вышеперечисленных параметров проводилось тензометрической аппаратурой, смонтирован-

ной на тракторе. В качестве регистрирующей аппаратуры использована измерительная информационная система ИП 264. Для обработки экспериментальных данных использовались методы дисперсионного и регрессионного анализа.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время экспериментальных исследований в полевых условиях определялось влияние силы инерции, возникающей при работе центробежных дисбалансов на буксование при разгоне, путь и время разгона.

Как показали исследования (рис.4), на величину буксования трактора в период разгона ТТА большое влияние оказывает сила сопро-

тивления движению прицепа. Так, согласно опытным данным, увеличение коэффициента буксования для пустого и полностью груженого серийного прицепа составило 41%. Установлено, что при разгоне ТТА с модернизированным прицепом массой 3200 кг с увеличением силы инерции до 6106 Н величина буксования уменьшилась на 9% по сравнению с серийным прицепом той же массы. На основании полученных зависимостей можно сделать вывод, что при увеличении массы прицепа интенсивность снижения буксования возрастает. Так, при увеличении силы инерции от нулево-

го значения (в серийном варианте) до 6106 Н с прицепом массой 5000 кг буксование снизилось от 20,1 до 17,8%, в экспериментальном варианте установка дисбалансов позволила снизить величину буксования на 10,7%.

Для подтверждения теоретических предпосылок влияния инерционных сил неуравновешенных масс на ускорение агрегата в момент трогания с места построены экспериментальные и теоретические зависимости прироста ускорения при разных массах прицепа (рис.5).

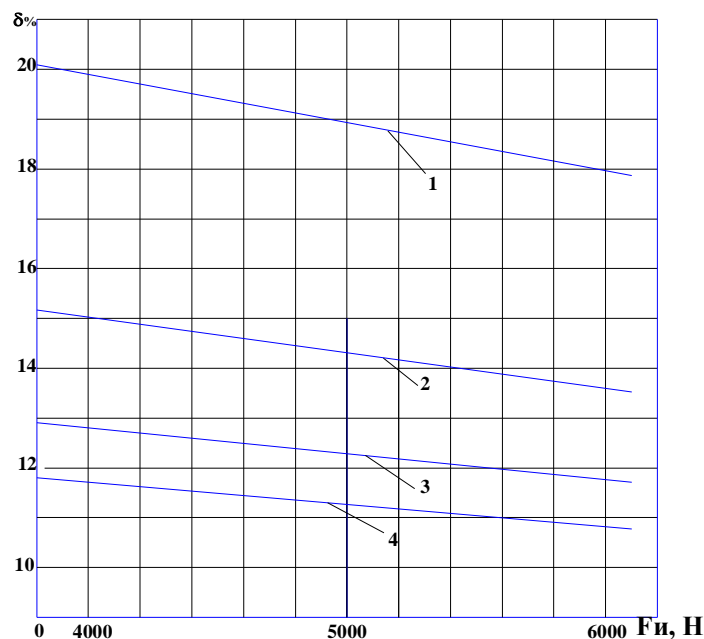


Рис. 4. Зависимость буксования от силы инерции, возникающей при работе дисбалансов при разгоне ТТА: 1 – масса прицепа  $M_{п}=5000$  кг; 2 - масса прицепа  $M_{п}=3500$  кг; 3 - масса прицепа  $M_{п}=3200$  кг; 4 - масса прицепа  $M_{п}=2200$  кг.

Для расчета использованы усредненные значения  $\gamma_{д} = 0,45 \div 0,5$ ;  $G_T=30$ кН;

$$N_e^{\max} = 58,8 \text{ кВт}; n_{\text{дв}}^{\text{н}} = 2200 \text{ об / мин}$$

$$f_T=0,12; f_{np} = 0,12 \div 0,15 .$$

При работе центробежных дисбалансов, возникающая сила инерции, равная 6106 Н, позволяет увеличить на 25% интенсивность разгона ТТА с прицепом, масса которого 3200 кг, по сравнению с аналогичными возможностями серийного прицепа той же массы, ТТА с прицепом массой 3500 кг - на 28%, с прицепом массой 5000 кг – на 31%. Таким образом, применение модернизированного прицепа имеет значимое преимущество при разгоне ТТА по сравнению с серийным.

Экспериментальные исследования по влиянию силы инерции, возникающей при работе центробежных дисбалансов на время разгона ТТА до установившейся скорости показали,

что время разгона трактора при увеличении массы прицепа до 5000 кг возросло в среднем по измерениям на 40,6% (рис.6). При работе установки, возникающая сила инерции равная 6106 Н, позволила сократить на 4% время разгона до установившегося движения ТТА с прицепом массой 3200 кг; с прицепом массой 3500 кг уменьшение составило 8% по сравнению с серийным ТТА. При движении трактора с модернизированным прицепом массой 5000 кг снижение времени разгона по сравнению с серийным составило 1,75 с или 11%.

При исследовании влияния центробежных дисбалансов на путь разгона тракторно-транспортного агрегата выявлено, что при возникновении инерционных сил ( $F_{и}=6106$  Н) у ТТА с прицепом массой 2200 кг путь разгона снизился на 4,5%, с прицепом массой 5000 кг – на 16,5% по сравнению с серийным (рис.7)[4].



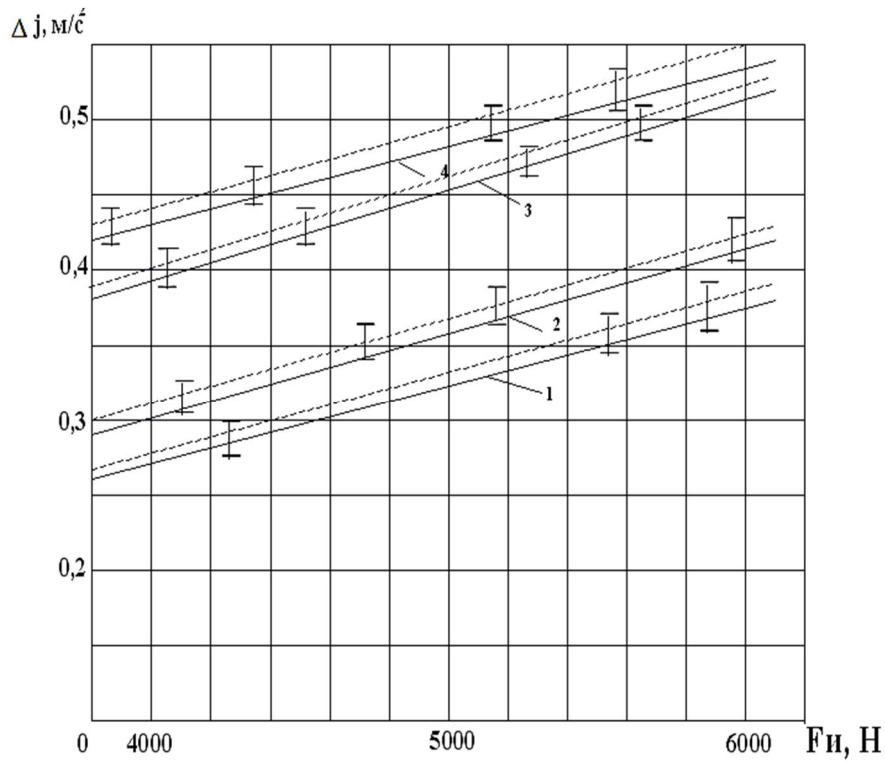


Рис. 5. Зависимость ускорения ТГА от силы инерции возникающей при работе дисбалансов:  
 1 – масса прицепа  $M_{п}=5000$  кг; 2 - масса прицепа  $M_{п}=3500$  кг;  
 3 - масса прицепа  $M_{п}=3200$  кг; 4 - масса прицепа  $M_{п}=2200$  кг  
 ----- - теоретическая зависимость; ———— - экспериментальная зависимость

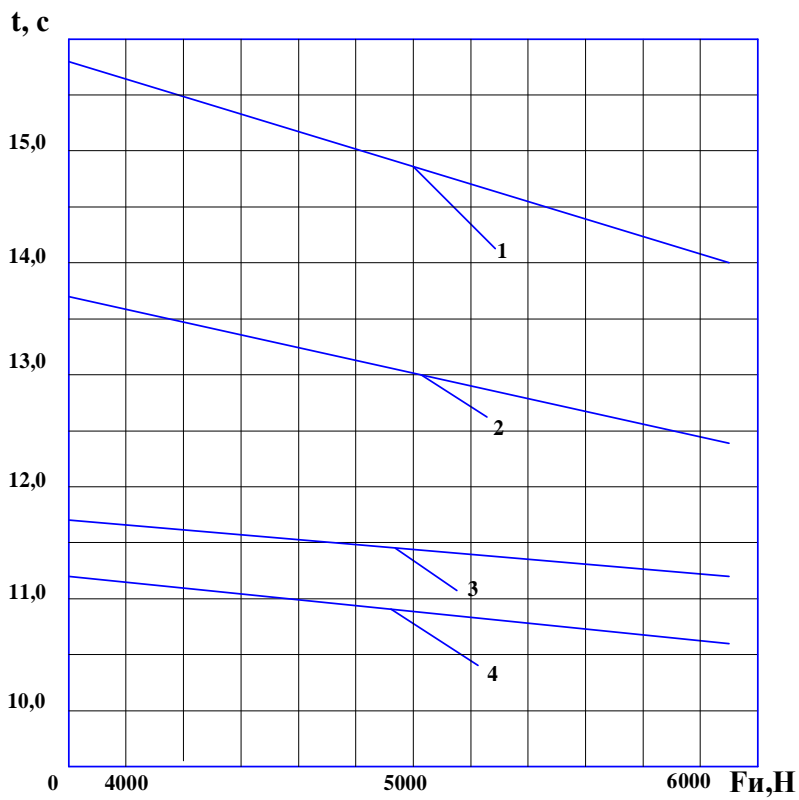


Рис. 6. Зависимость времени разгона ТГА от силы инерции, возникающей при работе дисбалансов:  
 1 – масса прицепа  $M_{п}=5000$  кг; 2 - масса прицепа  $M_{п}=3500$  кг;  
 3 - масса прицепа  $M_{п}=3200$  кг; 4 - масса прицепа  $M_{п}=2200$  кг

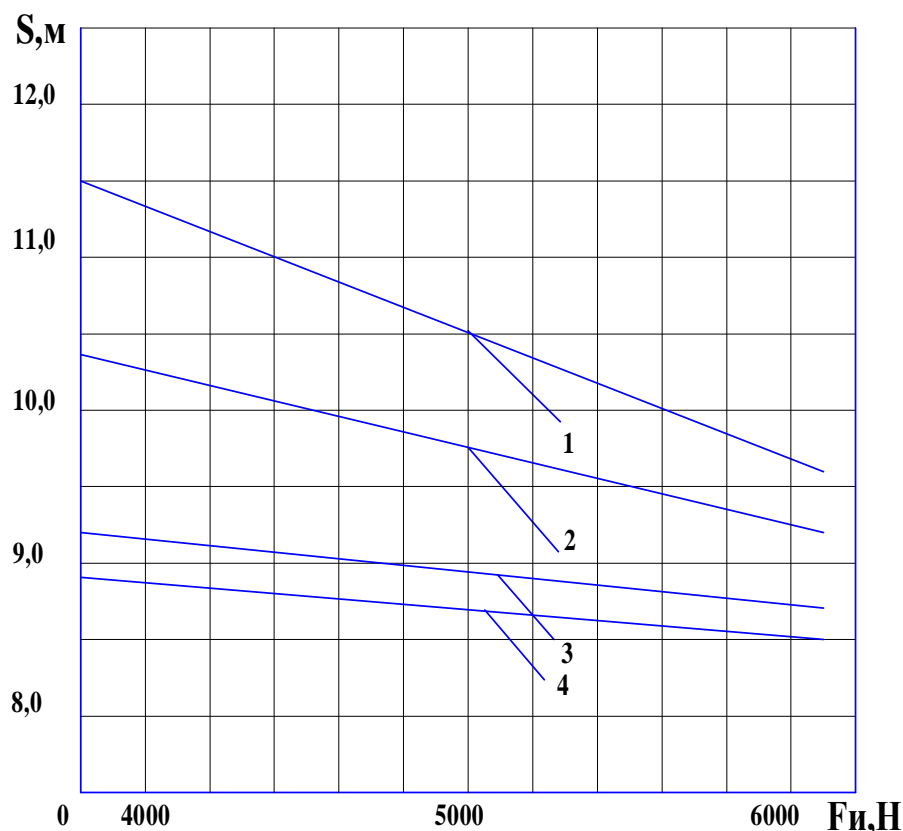


Рис. 7. Зависимость пути разгона ТТА от силы инерции, возникающей при работе дисбалансов:  
 1 – масса прицепа  $M_p=5000$  кг; 2 – масса прицепа  $M_p=3500$  кг;  
 3 – масса прицепа  $M_p=3500$  кг; 4 – масса прицепа  $M_p=2200$  кг

Кроме интенсивности разгона на транспортных работах имеет значение время достижения транспортной скорости и ее величина. Для этого замерялись параметры разгона ТТА с прицепом массой 5000 кг через равные промежутки времени на грунтовой дороге. Опытные данные показывают, что серийный ТТА разгонялся до установившейся транспортной скорости в течение 12 секунд, буксование составило 11,5%, постоянная рабочая скорость агрегата 2,3 м/с. Использование экспериментального прицепа при возникающей силе инерции величиной 6106 Н позволило сократить время разгона до 9,2 секунды при коэффициенте буксования 5,5%, при этом транспортная скорость увеличилась до 2,5 м/с.

Анализ распределения составляющих мощностного баланса ТТА с серийным и экспериментальным прицепами при максимальной тяговой мощности в процентном соотношении показал, что произошло перераспределение составляющих мощностного баланса экспериментального ТТА по сравнению с серийным в пользу экспериментального. Применение центробежных дисбалансов позволяет снизить затраты мощности на буксование трактора с 17,41 до 14,1%, тяговая мощность возросла с 60,37 до 64%. Анализ результатов дает возможность сделать следующий вывод:

постановка центробежных дисбалансов на платформу прицепа улучшает тягово-сцепные свойства ТТА, запас крюковой мощности позволит повысить объем перевозимого груза, что в свою очередь повысит производительность ТТА.

Используя показатель энергетической эффективности, произведен расчет эффективности использования на транспортных работах прицепа с центробежными дисбалансами. Расчет произведен для такой операции как подвоз минеральных удобрений к посевным агрегатам при посеве зерновых. В качестве сравнения взят серийный транспортный агрегат, состоящий из трактора МТЗ-80 и прицепа 2ПТС-4. Установлено, что использование трактора МТЗ-80 и прицепа 2 ПТС-4 с центробежными дисбалансами дает экономию полных энергозатрат 7,71 МДж/т·км или в рублёвом эквиваленте 3,6 р. на 1т·км по сравнению с серийным ТТА[5].

#### ВЫВОДЫ

По результатам исследований сделаны следующие выводы:

- экспериментально установлено, что при работе центробежных дисбалансов интенсивность разгона в полевых условиях увеличивается на 25-31%, а время разгона до установив-

шейся скорости уменьшается на 4-11% в зависимости от массы перевозимого груза.

- при проведении исследований в полевых условиях установлено, что использование трактора МТЗ-80 в агрегате с прицепом 2 ПТС-4 с центробежными дисбалансами позволяет снизить коэффициент буксования при разгоне на 9-10,7% и путь на 4,2-8,7% по сравнению с серийным тракторно-транспортным агрегатом, при этом коэффициент сопротивления качению в зависимости от массы прицепа снижался от 0,14-0,15 до 0,12-0,13.

- применение агрегата с центробежными дисбалансами на транспортных работах позволяет, в типичных для Амурской области условиях внутривозвращенных перевозок, увеличить транспортную скорость за счет снижения буксования на 8,7%, тяговую мощность на 6%.

- использование трактора МТЗ-80 с экспериментальным прицепом на подвозе минеральных удобрений дает экономию полных энергозатрат 7,71МДж/т·км в рублёвом эквиваленте 3,6 р. на 1т·км.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спириданчук, Н.В. Прицеп с центробежным вибратором/ Н.В. Спириданчук, С.В. Щитов//Сельский механизатор. – 2009. - №5. – С.15.

2. Спириданчук, Н.В. Исследование тягово-сцепных свойств колесного трактора класса 1,4 на транспортных работах в условиях Амурской области/ Н.В. Спириданчук, С.В. Щитов, С.В. Яценко // Дальневосточный вестник: науч.-прак. журнал. – Благовещенск, 2008.- вып. 1. – С. 62-63.

3. Спириданчук, Н.В. Результаты экспериментальных исследований по влиянию центробежного вибратора на силу сопротивления качению прицепа 2 ПТС-4 с трактором класса 1,4/ Н.В. Спириданчук, С.В. Щитов; ДальГАУ. – Благовещенск, 2008. – 6с.: Деп. в ЦНИИТЭИ РАСХН ВНИИЭСХ 08.09.2008, № 35/19646.

4. Спириданчук, Н.В. Влияние центробежного вибратора на производительность транспортного агрегата / Н.В. Спириданчук, С.В. Щитов, А.Н. Панасюк// Россия в постреформенный период: региональные проблемы: мат. науч.-прак.конф. – Биробиджан, 2009. – С.137-140.

5. Спириданчук, Н.В. Повышение производительности МТА на транспортных работах/ Н.В. Спириданчук// Молодежь XXI века: шаг в будущее: 10-я регион. науч.-прак.конф., посвященная году молодежи в РФ (Благовещенск, 21-22 мая 2009 г.). - С. 211.