УДК: 531.781:631.3.05

ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЕ НАВЕСНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

С.Г. Пархоменко, доцент кафедры тракторов и автомобилей, канд.техн.наук
(Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ высшего профессионального образования «Донской государственный аграрный университет» в г.Зерограде, т. 89188917773, e-mail: s-parkhom@mail.ru)
Г.Г. Пархоменко, вед. науч. сотрудник отдела механизации полеводства, канд.техн.наук
(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Зерноград, тел. 89188917774, e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru)

Аннотация*. В статье представлено устройство для измерения силы тяги трактора с навесной машиной. Приведены результаты экспериментальных исследований с использованием предлагаемого устройства.*

Ключевые слова: *сила тяги, тяговое сопротивление, динамометр, трактор, сельскохозяйственная машина, машинно-тракторный агрегат, автосцепка.*

Эксплуатационные свойства почвообрабатывающей машины существенно влияют на эффективность её использования и качественные показатели технологического процесса. Знание эксплуатационных свойств почвообрабатывающей машины позволяет комплектовать машинно-тракторный агрегат, функционирующий с высокими технико-экономическими показателями.

Одной из основных задач при эксплуатационных расчётах машинно-тракторных агрегатов является определение тягового сопротивления агрегатируемой машины. Данные экспериментальных исследований и испытаний машин и рабочих органов на почвах с различными физико-механическими свойствами свидетельствуют о том, что действительные значения тягового сопротивления существенно отличаются от расчетных. Это обусловлено тем, что эмпирические коэффициенты, входящие в расчётные формулы, непостоянны и меняются в широких пределах в зависимости от почвенных условий. Поэтому более точных результатов можно добиться при определении тягового сопротивления машин методом динамометрирования.

Динамометрирование применяется как при выполнении исследовательских работ, так и при эксплуатации сельскохозяйственных машин в рабочих условиях, например, для комплектования тракторных агрегатов, установления норм выработки и расхода горючего, а также обеспечения контроля за техническим состоянием тракторов и сельскохозяйственных машин, правильности регулирования их [1]. В условиях хозяйственной эксплуатации динамометрирование заключается в определении горизонтальной составляющей тягового сопротивления машин, по которой можно дать общую сравнительную оценку энергоёмкости различных машин [1].

Основным условием динамометрирования является установка тензометрических элементов без нарушения кинематики механизмов и силового воздействия на трактор, для чего тензоэлементы размещают в точках крепления или присоединения орудия или машины к трактору [2].

Известны методы динамометрирования с использованием динамометрических рам, встраиваемых в рычаги и тяги навески тензоэлементов, тензометрических пальцев [1, 2]. Все эти методы предполагают внесение изменений в конструкцию трактора или машины и имеют ряд недостатков.

Недостаток метода измерений с использованием динамометрических рам заключается в необходимости изготовления этих рам для каждого трактора и в трудоёмкости монтажа [1].

Недостатком встраивания тензоэлементов в рычаги и тяги навески является сложность в определении искомых параметров по измеряемым величинам, отсутствие возможности непосредственного измерения суммарных сил и большие погрешности определения искомых величин [2].

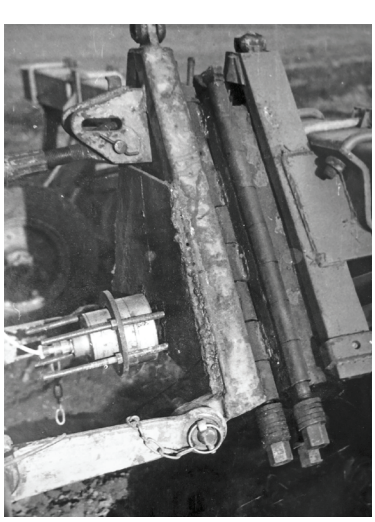
Широкое распространение для динамометрирования получили тензометрические пальцы [1, 2]. Недостаток этого метода – непостоянство чувствительности тензометрических пальцев при изменении наклона тяг навески [1].

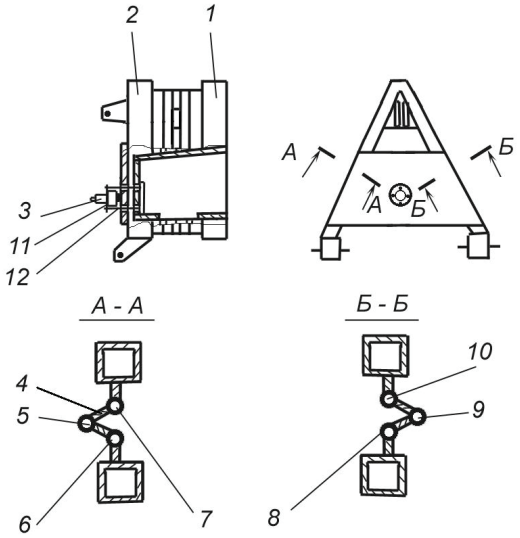
Цель исследования: разработать конструкцию устройства для динамометрирования навесных сельскохозяйственных машин, позволяющую выполнить необходимые измерения без внесения изменений в конструкцию трактора и агрегатируемой машины.

Горизонтальная составляющая тягового сопротивления навесной сельскохозяйственной машины может быть определена с помощью динамометрической автосцепки (рис. 1) [3]. Автосцепка изготовлена на базе 2-х стандартных автосцепок 1 и 2, соединенных системой из пластин 4 и шести шарниров 5, 6, 7, 8, 9, 10. Оси шарниров параллельны сторонам автосцепок. Оси шарниров 5 и 9 являются подвижными относительно автосцепок 1 и 2. Оси шарниров 6 и 8 неподвижны относительно автосцепки 2, а оси шарниров 7 и 10 – относительно автосцепки 1. Оси шарниров 6 и 8, 5 и 9, 7 и 10 находятся в параллельных плоскостях. Ввиду того, что оси шарниров 5, 6, 7 находятся под углом к осям шарниров 8, 9, 10, автосцепка 1 может перемещаться относительно автосцепки 2 только в продольном направлении. Тензодатчик сжатия 3 закреплен между пластиной, приваренной к автосцепке 2, и кольцом 11, соединенным шпильками 12 с пластиной, приваренной к автосцепке 1. В качестве тензодатчика 3 используется датчик силоизмерительный тензорезисторный ГСП ДТС-С-016-12-0.4. При приложении тягового усилия автосцепка 1 стремится переместиться от автосцепки 2. При этом датчик 3 сжимается, и его показания фиксируются регистрирующей аппаратурой. Возможно использование датчика, работающего на растяжение, с применением необходимых крепёжных деталей.

Вертикальная составляющая нагрузки от автосцепки 1 системой шарниров передается на автосцепку 2 и далее через навеску на остов трактора.

Результаты экспериментальных исследований функционирования агрегата трактор МТЗ-80 и культиватор КРН-5,6 (рис. 2) с использованием динамометрической автосцепки приведены в табл. 1 и на рис. 3, 4.





а) б)

Рис.1. Динамометрическая автосцепка: а – общий вид; б – схема; 1, 2 – автосцепки; 3 – тензодатчик; 4 – пластина; 5, 9 – подвижные шарниры; 6, 7, 8, 10 – неподвижные шарниры; 11 – кольцо; 12 – шпильки

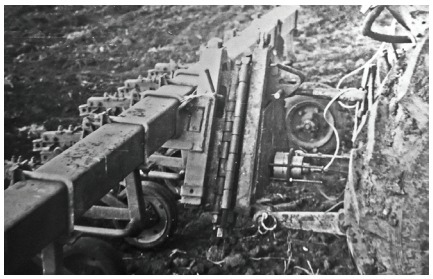


Рис. 2. Динамометрирование культиватора КРН-5,6

Таблица 1.
Результаты динамометрирования культиватора КРН-5,6

Сила тяги на крюке, среднее, кН	12,8
макс., кН	1,84
мин., кН	0,87
Среднеквадратическое отклонение, кН	1,90
Дисперсия, кН^2	3,62

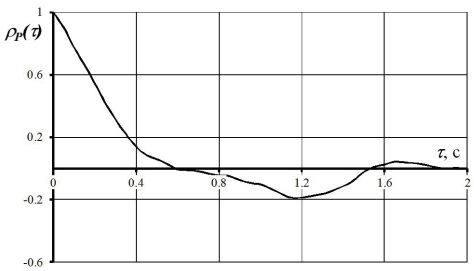


Рис. 3. Нормированная автокорреляционная функция процесса изменения силы тяги на крюке трактора

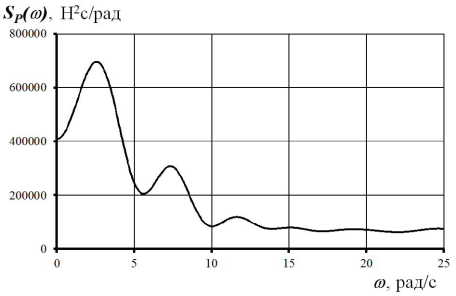


Рис. 4. Спектральная плотность процесса изменения силы тяги на крюке трактора



Рис. 5. Измерение энергозатрат на обработку почвы по следу колес



Рис. 6. Измерение сопротивления качения опорных колес культиватора

Предлагаемое устройство также позволяет определить энергозатраты на обработку почвы по следу трактора. Тяговое сопротивление по следу и вне следа колес трактора является показателем уплотнения почвы колесами трактора.

Проведены экспериментальные исследования по определению энергозатрат на обработку следа трактора, которые оценивались тяговым сопротивлением двух секций культиватора КРН-5,6 по следу колес и вне следа. Замер тягового сопротивления производился при скорости движения агрегата 2 м/с. Измерение тягового сопротивления осуществлялось на МТА, включающем трактор МТЗ-80 и брус культиватора КРН-5,6 с двумя закрепленными на нем секциями и двумя опорными колесами (рис. 5). Было проведено 3 серии опытов. Первая серия включала измерение тягового сопротивления по следу колес. Для этого две секции были размещены на брусе культиватора КРН-5.6 так, чтобы они шли по следу колес трактора (рис. 5). Вторая серия включала измерение тягового сопротивления вне следа, для чего две секции были размещены на брусе так, чтобы они шли вне следа колес трактора. Третья серия опытов включала измерение сопротивления качения колес культиватора (рис.6). Для этого с бруса культиватора КРН-5.6 были сняты все секции.

Результаты замеров представлены в таблице 2.

Таблица 2

Энергозатраты на обработку почвы

№	Показатели	Фон	След
1.	Тяговое сопротивление, кН	2,476	3,653
2.	Прирост тягового сопротивления, %	-	47,5

Вывод

Предлагаемая динамометрическая автосцепка универсальна, может быть использована с любым трактором соответствующего класса тяги, с любой навесной сельскохозяйственной машиной, агрегатируемой с этим трактором, не требует изменения конструкции трактора и сельхозмашины. Использование автосцепки в качестве датчика для измерения горизонтальной составляющей силы тяги на крюке позволяет создавать электрогидравлические системы автоматического регулирования глубины обработки почвы.

Литература

1. Высоцкий, А.М. Динамометрирование сельскохозяйственных машин / А.М. Высоцкий. – М.: Машиностроение, 1968. – 290 с.

2. Васильев, А.В. Тензометрирование и его применение в исследованиях тракторов / А.В. Васильев, Д.М. Раппопорт. – М.: Машгиз, 1963. – 340 с.

3. Пархоменко, С.Г. Совершенствование функционирования МТА с колесным трактором класса 1,4 на основе оптимизации параметров пневматических шин / Пархоменко Сергей Геннадьевич // Дисс. … канд. техн. наук: 05.20.01 – Зерноград, 1999. – 156 с.

4. Михальченков А.М., Соловьев С.А., Новиков А.А. Об одной причине низкого ресурса деталей рабочих органов отечественных почвообрабатывающих орудий // Труды ГОСНИТИ. – 2014. – Т.117. – С.127-132

DYNAMOMETRY OF MOUNTED AGRICULTURAL MACHINERY

S. G. Parkhomenko, Candidate of Technical Sciences, associate professor of the tractor and automobile department,
(Azov-Black Sea Engineering Institute FSBEE HPE «Don State Agrarian University» in Zernograd. Phone: 89188917773, e-mail: s-parkhom@mail.ru
G. G. Parkhomenko, Candidate of Technical Sciences, leading research staff member of the department of field crop cultivation mechanization
(Federal State Budgetary Scientific Institution Northern-Caucasian Scientific Re-search Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture. Phone: 89188917774, e-mail: parkhomenko.galya@yandex.ru)

Annotation. *The article presents a device for measuring drawbar pull of the tractor with mounted machine. Presented the results of experimental studies using the proposed device.*

Keywords: *drawbar pull, traction resistance, dynamometer, tractor, agricultural machinery, tractor units, automatic coupler*

References

1. Vysotsky, A. M. Dynamometry of agricultural machinery / A. M. Vysotsky. – Moscow: Mashinostroenie, 1968. – 290 p.

2. Vasiliev, A.V. Strain measurement and its application in research tractors / A. V. Vasilyev, D. M. Rappoport. – Moscow: Mashgiz, 1963. – 340 p.

3. Parkhomenko, S. G. Improving the operation of the MTA with wheel tractors grade 1,4, based on the optimization of parameters of pneumatic tires/ Parkhomenko Sergey Gennad'evich // Diss.…Cand. tech. Sciences: 05.20.01 – Zernograd, 1999. – 156 p.

4. Mikhalchenkov A.M., Solovyev S.A., Novikov A.A. On one reason for the low working life of working parts of domestically-produced soil tillage machines.// Works of GOSNITI. 2014. Vol. 117. Pp. 127-132.