МЕХАНИЗАЦИЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 531.781:631.3.05

АВТОСЦЕПКА ДЛЯ ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЯ НАВЕСНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

С. Г. ПАРХОМЕНКО

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ
г. Зерноград, Российская Федерация, e-mail: s-parkhom@mail.ru

(Поступила в редакцию 16.02.2018)

Динамометрирование используется при выполнении научных исследований и при эксплуатации почвообрабатывающих машин. Оно необходимо для комплектования тракторных агрегатов, установления норм выработки и расхода горючего, а также обеспечения контроля технического состояния тракторов и сельскохозяйственных машин, правильности их регулирования. В условиях эксплуатации динамометрирование заключается в определении горизонтальной составляющей тягового сопротивления почвообрабатывающих машин. По этим данным можно дать общую сравнительную оценку энергоёмкости различных машин. Существуют методы динамометрирования с использованием динамометрических рам, и с использованием тензодатчиков, встраиваемых в тяги и пальцы трёхточечной навески. Все эти методы имеют ряд недостатков. Основные из них – использование нескольких датчиков и, как следствие этого, отсутствие возможности непосредственного измерения суммарных сил и большие погрешности определения искомых величин. Цель исследования – разработать устройство для динамометрирования навесных сельскохозяйственных машин, позволяющее выполнить необходимые измерения без внесения изменений в конструкцию трактора и агрегатируемой машины, используя один силоизмерительный датчик. Представленная динамометрическая автосцепка изготовлена на базе двух стандартных автосцепок, которые соединены системой из четырёх пластин и шести шарниров. Пары осей шарниров находятся в параллельных поперечных плоскостях. Три левые и три правые оси шарниров параллельны сторонам автосцепок. К каждой автосцепке шарнирно присоединены по две пластины. Две оси шарнирно соединяют пластины. Эти оси являются подвижными относительно автосцепок. Передняя автосцепка может перемещаться относительно задней автосцепки только в продольном направлении. Препятствует этому установленный между автосцепками силоизмерительный датчик. Выполненные экспериментальные исследования свидетельствуют о работоспособности представленной динамометрической автосцепки. Предлагаемое устройство универсально, может быть использовано с любым трактором и навесной сельскохозяйственной машиной, не требует изменения конструкции трактора и сельхозмашины. Применение одного силоизмерительного датчика позволяет выполнять измерения с высокой точностью.

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

Dynamometry is used in the performance of scientific research and in the operation of soil-cultivating machines. It is necessary for the acquisition of tractor units, the establishment of rates of production and consumption of fuel, as well as ensuring control of the technical condition of tractors and agricultural machinery, the correctness of their regulation. In operating conditions, the dynamometry consists in determining the horizontal component of traction resistance of tillage machines. According to these data, it is possible to give a general comparative estimate of the energy capacity of various machines. There are methods of dynamometry using dynamometric frames, and using strain gauges built into thrusts and fingers of a three-point hitch. All these methods have a number of drawbacks. The main ones are the use of several sensors and, as a consequence, the absence of possibility of direct measurement of the total forces and large errors in determining the unknown quantities. The purpose of research is to develop a device for dynamometry of mounted agricultural machines, allowing to perform the necessary measurements without making changes to the construction of the tractor and the machine being aggregated, using a single force sensor. The presented dynamometric automatic coupler is made on the basis of two standard auto-couplers, which are connected by a system of four plates and six hinges. The pairs of hinge axes are in parallel transverse planes. The three left and three right hinge axes are parallel to the sides of the coupler. Two plates are hinged to each coupler. The two axes hinge the plates. These axles are movable with respect to the automatic couplers. The front automatic coupler can only move in the longitudinal direction with respect to the rear automatic coupler. This is prevented by the force sensor installed between the automatic couplers. The performed experimental research testifies to the working capacity of the presented dynamometric automatic coupler. The proposed device is universal, can be used with any tractor and mounted agricultural machine, does not require a change in the design of the tractor and agricultural machinery. The use of a single force sensor allows measurements to be performed with high accuracy.

***Keywords**: traction force, traction resistance, dynamometer, tractor, agricultural machine, machine-tractor unit, automatic coupler.*

Введение

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства на фоне исчерпания возможностей экономического роста в связи с возрастанием техногенных нагрузок на обрабатываемую среду до масштабов, угрожающих деградации почвенного плодородия, осуществляется на основе трансформация науки и технологий, при высокой результативности

исследований и разработки методов их практического применения, направленных на получение качественной продовольственной продукции. Повышение уровня научно-технологического развития сельскохозяйственного производства возможно путём использования современных технических средств [1–7], эффективность которых зависит от потребляемых энергозатрат, т. е. от тягового сопротивления агрегатируемой почвообрабатывающей 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 расчётных [8]. 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 почвообрабатывающих машин методом динамометрирования. 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.

Динамометрическая рама [9–12] позволяет определить горизонтальную составляющую тягового сопротивления, приведённую к трём точкам и является переходным звеном между навесной машиной и трактором. В гнёзда динамометрической рамы монтируются тензозвенья, к которым при помощи пальцев присоединяются тяги навески трактора. Тяговое сопротивление измеряется с помощью динамометрической рамы по трём точкам: двум симметрично расположенным нижним и верхней центральной.

Помимо использования динамометрических рам, измерения производятся встраиваемыми в рычаги и тяги навески тензоэлементами, тензометрическими пальцами. Использование этих методов предполагает внесение изменений в конструкцию трактора или машины. Недостатком встраивания тензоэлементов в рычаги и тяги навески является сложность в определении искомых параметров по измеряемым величинам. Широкое распространение для динамометрирования получили тензометрические пальцы. Этот метод имеет ещё недостаток – непостоянство чувствительности тензометрических пальцев при изменении наклона тяг навески. Помимо этого при использовании нескольких датчиков и, как следствие этого, отсутствии возможности непосредственного измерения суммарных сил появляются большие погрешности определения искомых величин.

Исследования выполнены с целью разработки устройства для динамометрирования навесных сельскохозяйственных машин, позволяющего выполнять необходимые измерения без внесения изменений в конструкцию трактора и агрегатируемой машины, используя один силоизмерительный датчик.

Основная часть.

Горизонтальная составляющая тягового сопротивления навесной сельскохозяйственной машины может быть определена с помощью динамометрической автосцепки [14, 15] (рисунок).

Представленная динамометрическая автосцепка изготовлена на базе двух стандартных автосцепок 1 и 2, соединённых системой из четырёх пластин 4 и шести шарниров 5, 6, 7, 8, 9, 10. Пары осей шарниров 7 и 10, 5 и 9, 6 и 8 находятся в параллельных поперечных плоскостях. Три левые 7, 5, 6 и три правые оси шарниров 8, 9, 10 параллельны сторонам автосцепок. К каждой автосцепке шарнирно присоединены по две пластины. Две оси 5 и 9 шарнирно соединяют пластины. Эти оси 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. 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. Препятствует этому установленный между автосцепками силоизмерительный датчик 3. Силоизмерительный датчик сжатия 3 закреплён между пластиной, приваренной к автосцепке 2 и кольцом 11, соединённым шпильками 12 с пластиной, приваренной к автосцепке 1.

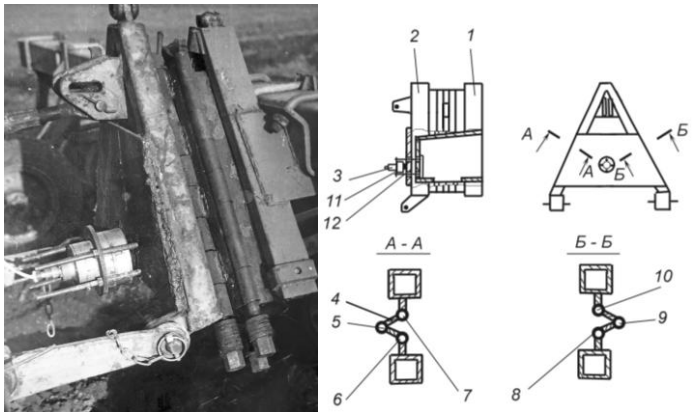


Рис. Динамометрическая автосцепка: 1, 2 – автосцепки; 3 – силоизмерительный датчик; 4 – пластина; 5, 9 – подвижные шарниры; 6, 7, 8, 10 – неподвижные шарниры; 11 – кольцо; 12 – шпильки

В качестве датчика 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 сигнал 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. Предлагаемое устройство позволяет определить энергозатраты на обработку почвы по следу трактора. Тяговое сопротивление по следу и вне следа колес трактора является показателем уплотнения почвы колёсами трактора [13].

Проведены экспериментальные исследования [14, 15] по определению энергозатрат на обработку следа трактора, которые оценивались тяговым сопротивлением двух секций культиватора КРН-5,6 по следу колёс и вне следа. По результатам экспериментальных исследований функционирования агрегата трактор МТЗ-80 и культиватор КРН-5,6 с использованием динамометрической автосцепки определено среднее значение силы тяги на крюке 12,8 кН, дисперсия – 3,62 кН^2. Тяговое сопротивление двух секций культиватора КРН-5,6 вне следа колес трактора составило 2,476 кН. Тяговое сопротивление двух секций по следу колес трактора МТЗ-80 с серийными радиальными шинами составило 3,653 кН и 3,168 кН – с экспериментальными. Прирост тягового сопротивления равен 47,5 % и 27,9 % соответственно.

Заключение

Проведённые экспериментальные исследования позволяют сделать вывод о работоспособности разработанной динамометрической автосцепки.

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.

Применение одного силоизмерительного датчика позволяет выполнять измерения с высокой точностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пархоменко, Г. Г. Машины для глубокой обработки почвы в засушливых условиях юга России / Г. Г. Пархоменко, В. Б. Рыков, В. И. Таранин // Техника и оборудование для села. – 2005. – №9. – С. 15–16.

2. Пархоменко, Г. Г. Комбинированные агрегаты для основной обработки почвы в засушливых условиях / Г. Г. Пархоменко, В. Б. Рыков // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – №7. – С. 38–39.

3. Патент №2486730 РФ, МПК A01 B35/00, A01 B35/20. Устройство для безотвальной обработки почвы/ А.Н. Медовник, С.А. Твердохлебов, Г.Г. Пархоменко, Е.А. Светлов, И.А. Утка; заявитель и патентообладатель: ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ. -№2012107466/13, Заявл. 28.02.2012; Опубл. 10.07.2013, Бюл. №19.

4. Патент №2231241 РФ, МПК A01 B 35/32, A01 B 39/28. Способ регулирования параметров колебаний вибрационных рабочих органов почвообрабатывающих машин и устройство для его осуществления/ В.П. Богданович, Г.Г. Пархоменко, В.Б. Рыков, В.Н. Щиров; заявитель и патентообладатель: ВНИПТИМЭСХ. – №2001133493/12, Заявл. 07.12.2001. Опубл. 27.06.2004, Бюл. №18. - 6с.

5. Божко, И. В. Особенности безотвальной послойной обработки почвы в засушливых условиях / И. В. Божко, Г. Г. Пархоменко // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1(1). – С. 25–30.

6. Божко, И. В. Кольцевой рабочий орган для обработки почвы / И. В. Божко, Г. Г. Пархоменко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: материалы 7-й Междунар. науч.-практ. конф. В рамках 17-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2014» (г. Ростов -на -Дону, ВЦ «Вертолэкспо» 25 –28 февраля 2014 г.). – Ростов-н/Д.: Донской ГТУ, 2014. – С. 78–81.

7. Пархоменко, Г. Г. Теория глубокорыхлителя. Расчёт взаимодействия рабочих органов с почвой в засушливых условиях. / Г. Г. Пархоменко, В. Н. Щиров. – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. – 80 с.

8. Пархоменко, Г. Г. Определение тягового сопротивления почвообрабатывающих машин / Г. Г. Пархоменко, В. Н. Щиров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. – №8. – С. 23–24.

9. Пархоменко, Г. Г. Исследование универсального чизеля в полевых условиях / Г. Г. Пархоменко, С. И. Камбулов, В. Б. Рыков, С. А. Твердохлебов // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – №5. – С. 8–12.

10. Пархоменко, Г. Г. Исследование процесса трансформации почвообрабатывающих рабочих органов / Г. Г. Пархоменко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2013. – Т.1. – №98. – С. 142–150.

11. Пархоменко, Г. Г. Сравнительная оценка энергетических показателей плуга садового чизельного с различными вариантами рабочих органов / Г. Г. Пархоменко, С. А. Твердохлебов // Вестник МичГАУ. – 2012. – №3. – С. 152–156.

12. Пархоменко, Г. Г. Экспериментальное исследование глубокорыхлителя для обработки почвы в междурядьях многолетних насаждений / Г. Г. Пархоменко, А. Н. Медовник, С. А. Твердохлебов // Международный технико-экономический журнал. – 2011. – № 3. – С. 76–78.

13. Пархоменко, С. Г. Повышение энергоэффективности мобильных почвообрабатывающих агрегатов / С. Г. Пархоменко, Г. Г. Пархоменко // Инновации в сельском хозяйстве. – 2016. – №3 (18). – С. 40–47.

14. Пархоменко, С. Г. Измерение силы тяги на крюке трактора в агрегате с навесной сельскохозяйственной машиной / С. Г. Пархоменко, Г. Г. Пархоменко // Тракторы и сельхозмашины. – 2016. – №4. – С. 15–19.

15. Пархоменко, С. Г. Динамометрирование навесных сельскохозяйственных машин / С. Г. Пархоменко, Г. Г. Пархоменко // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т.124. – №1. – С. 125–129.