

УДК 631.3:62–791.2  
ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН  
ЧАСТОТНЫМ МЕТОДОМ

С.А. ВОРСА, В.Н. КАПУСТИН  
РУП «НПЦ НАН Беларуси  
ПО МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА»  
Минск, Беларусь

Большое значение при испытании сельскохозяйственных машин имеет динамометрирование, заключающееся в измерении сил, передаваемых от двигателя к машине или действующих в рабочих органах и деталях машин. 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 для обеспечения контроля технического состояния тракторов и сельскохозяйственных машин, правильности их регулирования.

В настоящее время разработка и изготовление динамометрической аппаратуры для проведения испытаний сельскохозяйственной техники в нашей республике практически не ведется.

Характерной особенностью современной зарубежной динамометрической аппаратуры является использование методов измерения, основанных на преобразовании аналоговых сигналов, поступающих от тензодатчиков или пружинных (квадрантных) преобразователей силы, имеющих ряд существенных недостатков, таких, как большая инерционность, не позволяющая проводить измерения при испытании сельскохозяйственной техники в движении. Поэтому назрела необходимость на базе преобразователей силы создать отечественную динамометрическую аппаратуру, отвечающую самым высоким требованиям к измерению сил при испытании сельскохозяйственных машин.

В настоящее время в практику технических измерений при испытании сельскохозяйственных машин все более широко внедряются измерительные преобразователи различных физических величин в частоту. Разработчики информационно-измерительных систем предпочитают использовать измерительные преобразователи с частотным выходным сигналом вместо традиционных преобразователей с амплитудно-модулированным выходным сигналом в виде напряжения или тока.

Это обстоятельство не является данью моде в технике, а обусловлено рядом существенных преимуществ динамометров, рассмотренных в этом докладе. Сущность этих преимуществ в следующем.

Динамометр является высокодобротной колебательной системой с линейно распределенными параметрами [1]. Регистрация показаний дина-

мометра сводится к измерению собственной частоты колебаний чувствительного элемента динамометра.

Динамометры относятся к классу аналоговых, но, в отличие от аналоговых преобразователей с амплитудной модуляцией выходного сигнала, их выходной сигнал может быть преобразован в форму кода аналого-цифровым преобразователем типа частота–код с любой, наперед заданной точностью.

Выходная информация динамометров без каких-либо затруднений может быть измерена с погрешностью  $(5\div 8)\cdot 10^{-13}$ . Выходной сигнал измерительного преобразователя в виде амплитуды напряжения или тока, как правило, может быть измерен с погрешностью  $5\cdot 10^{-3}$ – $1\cdot 10^{-2}$  и лишь в отдельных случаях – с погрешностью  $5\cdot 10^{-4}$ – $1\cdot 10^{-3}$ .

При использовании частотно-модулированного сигнала существенно упрощаются требования к линии связи в отношении стабильности сопротивления, величины паразитных ЭДС и помехозащищенности. Помехоустойчивость частотно-модулированного сигнала значительно выше помехоустойчивости амплитудно-модулированного сигнала, что в ряде случаев имеет весьма существенное значение при реализации информационно-измерительных систем метрологического обеспечения при испытаниях сельскохозяйственных машин.

В настоящее время проведены исследования, разработана конструкция и технология изготовления динамометров с верхним пределом измерения силы от  $0,1\cdot 10^4$  Н до  $10\cdot 10^4$  Н, классом точности 0,1, соответствующих рекомендациям МОЗМ [2], применяемых для динамометрирования сельскохозяйственных машин.

На базе динамометров [3] разработаны весы крановые электронные ВКЭ, прошедшие государственные приемочные испытания и зарегистрированные в Государственном реестре средств измерений под номером РБ 03 02 1459 01.

Данные весы можно использовать для динамометрирования сельскохозяйственных машин, например, определять тяговое сопротивление.

Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин, агрегируемых с тракторами, является одной из основных характеристик [4]. Его значение используется для оценки энергетических показателей сельскохозяйственных машин, а также для оценки совместимости энергетических и силовых параметров тракторов и сельхозмашин.

На рис. 1 показано измерение тягового сопротивления культиватора КП-9 весами ВКЭ-5 с верхним пределом измерения  $5,0\cdot 10^4$  Н.



Рис. 1. Динамометрирование культиватора КП-9 весами ВКЭ-5

Как показала практика, применение динамометров, основанных на методе частотного измерения, является весьма целесообразным и может дать значительный технический и экономический эффект при динамометрировании сельскохозяйственных машин.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прецизионные частотные преобразователи автоматизированных систем контроля и управления / В.Б. Кудрявцев [и др.]. – М.: Энергия, 1974. – С. 35.
2. Взвешивающие устройства неавтоматического действия: межд. рекомендации. Утверждены межд. конф. законод. метрологии в 1992 г.: в 2 ч. – 1992. – (ч.1–2 Измерение массы).
3. Пат. 6819 Республика Беларусь, (51) G 01 M 13/ 02. Вибрационно-частотный динамометр / С. А. Ворса, А. Б. Либенсон, И. С. Лященко, В. В. Гревцов: заявитель и патентообладатель С. А. Ворса. – №20020226 ; заявл. 02.07.02 ; опубл. 2005 г., Бюл. №1 (44). – С. 168.
4. Короткевич, А. В. Основы испытаний сельскохозяйственной техники: учеб. пособие для студ. с.-х. вузов / А. В. Короткевич. – Минск : БАТУ, 1977. – 444 с.