

3. Karaxanov, A. Research of the rowsowing process of the cultivated crop seeds sowing by means of a pneumatic planter / A. Karaxanov, F. A. Alimova, M. T. Saidova, // Technical science and innovation. – Tashkent, 2020. – № 4. – PP.213–217.

4. Саидова, М. Т. Туксиз чигитни уялаб экишга мўлжалланган такомиллаштирилган экиш аппаратининг тузилиши ва иш жараёни / М. Т. Саидова // Образование и наука в XXI веке. – № 20. – 2021. – С. 1049–1054.

Представлено 18.04.2023

УДК 629.336

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВОМ ТРАКТОРОВ КЛ. 1,4–2,0**

### **DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF THE STAND FOR TESTING THE POWER TAKE-OFF SHAFTS OF TRACTORS CL. 1,4–2,0**

**Поварехо А. С.**, канд. техн. наук, доц.,

**Рахлей А. И.**, канд. техн. наук, доц.,

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

A. Pavarekha, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

A. Rakhley, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*В данной статье приведена конструктивная схема стенда, предназначенного для испытания валов отбора мощности универсально-пропашных тракторов «Беларус» кл. 1.4–2.0. Представлена методика определения основных параметров инерционной и тормозной установки, обеспечивающих высокую эффективность и достоверность проводимых исследований.*

*This article presents a design diagram of a stand designed to test the power take-off shafts of universal tractors "Belarus" cl. 1.4–2.0. The methodology for determining the main parameters of the inertial*

*and braking system, providing high efficiency and reliability of the research.*

**Ключевые слова:** *стенд, вал отбора мощности, крутящий момент, момент инерции, маховые массы.*

**Keywords:** *stand, power take-off shaft, torque, moment of inertia, flywheel masses.*

## ВВЕДЕНИЕ

Одно из основных отличий сельскохозяйственных тракторов от других типов транспортных средств является наличие систем отбора мощности, которые используются для привода активных машин, агрегируемых с трактором, как на передней, так и на задней навесках. Отбор мощности приводит к дополнительным нагрузкам на узлы и агрегаты трактора, а также на динамические качества машинно-тракторного агрегата [1]. Валы отбора мощности (ВОМ) также используются для снятия эффективных характеристик двигателей тракторов.

Поэтому оценка параметров нагруженности узлов и агрегатов трактора, а также самих ВОМ представляют большой интерес для их определения наиболее удобными являются стендовые испытания.

## ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ВОМ

Совершенствуемая лабораторная установка для испытаний валов отбора мощности предназначена для исследования реальных режимов нагружения ВОМ, возникающими при эксплуатации тракторов кл. 1,4–2,0 в агрегате с активными машинами.

Стенд для испытаний ВОМ включает в себя инерционную установку, тормозную установку, систему регулирования режимов работы тормозной установки и систему охлаждения тормоза. Инерционная установка при помощи карданных валов связана, с одной стороны, с тормозной установкой, а, с другой стороны – с хвостовиком ВОМ испытываемого трактора. Схема установки представлена на рис. 1.

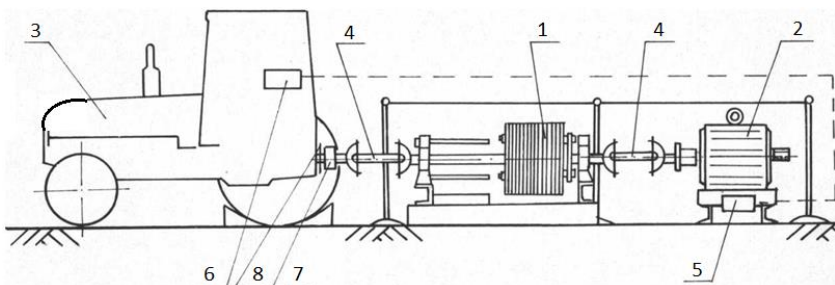


Рисунок 1 – Схема стенда для испытания ВОМ:

- 1 – инерционная установка; 2 – тормозная установка; 3 – испытуемый трактор;  
 4 – карданные валы; 5 – регулятор мощности; 6 – блок управления;  
 7 – датчик  $M_{\text{ВОМ}}$ ; 8 – датчик  $\omega_{\text{ВОМ}}$

Инерционная установка включает в себя маховые массы, выполненные в виде пакета дисков, установленных и зафиксированных от осевого смещения на шлицах вала, который, в свою очередь, закреплен на сваренной из швеллеров раме при помощи опор со сферическими подшипниками. Конструкция инерционной установки предусматривает изменение без разборки стенда момента инерции маховых масс за счет варьирования количества дисков в пакете, для чего диски могут путем осевого перемещения выводиться из зацепления со шлицами вала.

Момент инерции маховых масс инерционной установки выбирается следующим образом.

Максимальный крутящий момент на хвостовике ВОМ можно рассчитать по выражению (например, для двигателя Д-245):

$$M_{\text{ВОМmax}} = M_{\text{дв max}} \cdot u_{\text{дв ВОМ}} = 325 \cdot 3,772 = 1226 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Из теоретической механики известно [2], что производная от главного момента количества движения твердого тела относительно оси вращения по времени равна главному моменту внешних активных сил относительно той же оси:

$$\frac{dK_z}{dt} = M_z^{(e)}.$$

Известно, что  $K_z = I_z \cdot \omega$ , тогда:

$$I_z \cdot \frac{d\omega}{dt} = M_z^{(e)} \text{ или } I_z \cdot \varepsilon = M_z^{(e)}.$$

Отсюда можно определить момент инерции вращающихся масс установки:

$$I_z = \frac{M_z^{(e)}}{\varepsilon} \text{ или } I_z = \frac{M_{\text{ВОМ max}} \cdot \Delta t}{\omega - \omega_0},$$

где  $\Delta t = 3$  с – время разгона инерционных масс;

$\omega = 56,5$  рад/с – угловая скорость маховых масс после разгона;

$\omega_0 = 0$  – начальная угловая скорость маховых масс.

Таким образом, для того, чтобы при полностью загруженном через ВОМ двигателе трактора, разгон ВОМ происходил за 3 с, момент инерции маховых колес инерционной установки должен быть равен:

$$I_z = \frac{1226 \cdot 3}{56,5} = 65 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$$

Исходя из приведенных выше расчетов, конструкция маховых масс инерционной установки была выполнена в виде пакета из 15 дисков с моментами инерции  $4,85 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  каждый.

Тормозная установка стенда представляет собой порошоквый тормоз, установленный на сварной раме.

Электронная систем регулирования режимов работы тормозной установки включает в себя два блока: регулирующее устройство и блок управления работой регулирующего устройства.

Регулирующее устройство выполнено при помощи кабеля управления коммутируется с электронным блоком управления. Электронный блок управления обеспечивает следующие режимы регулирования [3; 4]:

1) режим постоянно заданного тормозного момента порошкового тормоза – плавное регулирование от 0 до 1500 Н·м либо ступенчатое регулирование с шагом 150 Н·м в тех же пределах;

2) режим линейного нарастания тормозного момента от нуля до максимального значения в зависимости от времени с различным коэффициентом пропорциональности  $k$  по закону:

$$M_T(t) = k \cdot t,$$

где коэффициент  $k$  может регулироваться плавно в пределах от 300 до 3000 Н·м/с, либо ступенчато с шагом 300 Н·м/с в тех же пределах регулирования;

3) параболический закон нарастания тормозного момента до максимального значения в зависимости от частоты вращения  $\omega(t)$  хвостовика ВОМ с различным начальным значением тормозного момента  $M_{T0}$  и различным коэффициентом  $p$  по закону:

$$M_T(t) = M_{T0} + p(\omega(t))^2.$$

Величина момента  $M_{T0}$  задается аналогично п. 1, а коэффициент  $p$  регулируется плавно или ступенчато (конкретные величины коэффициента определяются в ходе настройки блока);

4) уровень максимального значения тормозного момента должен регулироваться в пределах 150–1500 Н·м.

Система охлаждения порошкового тормоза – водяная, замкнутого типа. Подвод воды для охлаждения осуществляется из бака емкостью 5 м<sup>3</sup> с помощью водяного насоса. от тормоза вода отводится обратно в бак.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная методика расчета позволяет выбрать нагрузочные параметры систем привода ВОМ и провести испытания во всем нагрузочном и скоростном диапазонах.

Полученные значения могут быть легко скорректированы для других двигателей и, соответственно, приводов ВОМ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бобровник, А. И. Совершенствование вала отбора мощности тракторов «Беларус» / А. И. Бобровник // Тракторы и сельхозмашины, № 7. – М. : 2014. – С. 20–24.

2. Дмитриенко, Ю. И. Основы механики твердом теш. / Ю. И. Дмитриенко // Механика сплошной среды. – Т. 4. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2013. – 624 с.

3. Тракторы сельскохозяйственные. Определение показателей при испытаниях через вал отбора мощности: ГОСТ 30747-2001. – Введ. 01.11.2001.

4. Валы отбора мощности сельскохозяйственных тракторов передние. Общие технические требования: ГОСТ 3480-2020. – Введ. 30.10.2020.

Представлено 03.04.2023

УДК 621.86.01

### **ВЛИЯНИЕ КИНЕМАТИКИ МАНИПУЛЯТОРА НА ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ ЛЕСНОЙ МАШИНЫ**

#### **INFLUENCE OF MANIPULATOR KINEMATICS ON THE LOADING CAPACITY OF THE FOREST MACHINE**

**Кравченко Александр Л.<sup>1</sup>, Гончарко А. А.<sup>1</sup>,  
Кравченко Алексей Л.<sup>1</sup>, Дробышевская О. В.<sup>1</sup>, Дюжев А. А.<sup>2</sup>,**

<sup>1</sup>Объединенный институт машиностроения,  
г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>ОАО «Амкодор», Минск, Республика Беларусь

Aliaksandr Krauchonak<sup>1</sup>, A. Hancharka<sup>1</sup>,

Aliaksei Krauchonak<sup>1</sup>, O. Drobyshevskaya<sup>1</sup>, A. Dyuzhev<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National academy  
of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus,

<sup>2</sup>Joint Stock Company «AMKODOR», Minsk, Belarus

*Объектом исследования является экспериментальный образец форвардережного манипулятора с грузоподъемностью на максимальном вылете стрелы 850 кг. В статье рассмотрены вопросы выбора*