

## Стенд для испытания редукторов

**М. В. Симонов<sup>1</sup>, М. С. Ситников<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры технологии машиностроения,  
Вятский государственный университет. Россия, г. Киров. E-mail: simaksim@mail.ru

<sup>2</sup>магистрант кафедры технологии машиностроения, Вятский государственный университет.  
Россия, г. Киров. E-mail: sitnikovmichael91@gmail.com

**Аннотация.** Электромагнитные приводы, редукторы и двигатели широко используются в различных промышленных отраслях, таких как станочное оборудование, тяжелое и легкое машиностроение, автомобильная техника, авиационная техника и так далее. Для вновь разрабатываемых изделий на стадии внедрения в производство необходимо проводить испытания изделий на специальном оборудовании.

В статье представлена схема стенда для испытания редукторов новой конструкции. Конструкция стенда позволяет создавать и контролировать необходимый тормозной момент на валу испытываемого редуктора, обеспечивать повторно-кратковременный режим работы, изменять направление вращения испытываемого редуктора.

Стенд новой конструкции включает в себя следующие составные элементы: электродвигатель, муфту сцепления-торможения, реверсивную коробку передач, датчик измерения крутящего момента, порошковую тормозную муфту.

Применение стенда разработанной конструкции позволит проводить испытания редукторов на предмет их соответствия установленным техническим требованиям.

**Ключевые слова:** испытания, испытательный стенд, редуктор, муфта, нагрузка.

**Введение.** Электромагнитные приводы, редукторы и двигатели широко используются в различных промышленных отраслях, таких как станочное оборудование, тяжелое и легкое машиностроение, автомобильная техника, авиационная техника и так далее. Для вновь разрабатываемых изделий на стадии внедрения в производство необходимо проводить испытания изделий на специальном оборудовании. На АО «ЛЕПСЕ» разработана новая конструкция редукторов, которые отличаются своей высокой надежностью и прочностью.

**Цель исследования.** В соответствии с техническим заданием разработать конструкцию стенда для испытания редукторов.

**Задача исследования.** Подобрать и обосновать применение в составе стенда конструктивных элементов, необходимых и достаточных для выполнения предъявляемых к стенду требований.

**Результаты и обсуждение.** С целью проверки соответствия новой конструкции редукторов предъявляемым к ним требованиям выдано техническое задание на разработку испытательного стенда (табл. 1).

Таблица 1

**Основные технические требования к стенду для испытания редукторов**

Требование	Значение
Противодействующий момент на выходном валу	98,0 Н·м ±10%
Направление вращения	реверсивное
Частота вращения входного вала	2950 ± 150 мин <sup>-1</sup>
Режим работы	повторно-кратковременный
Время вращения вправо	2 с
Время торможения	5 с
Время вращения влево	2 с

На основании технического задания предложена новая конструкция стенда для испытания редукторов (рис. 1).

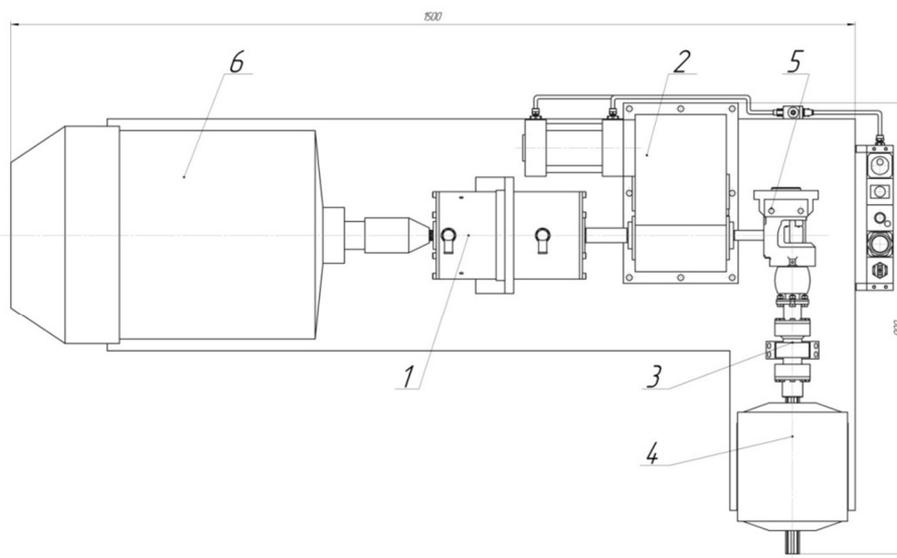


Рис. 1. Общий вид испытательного стенда: 1 – муфта сцепления-торможения; 2 – реверс-коробка передач; 3 – датчик крутящего момента М40; 4 – порошковая муфта ПТ16М1; 5 – испытуемый редуктор; 6 – электродвигатель АИР180М2

Для обеспечения работы стенда в повторно-кратковременном режиме в его конструкции предложено использовать электромагнитную муфту сцепления-торможения (рис. 2).

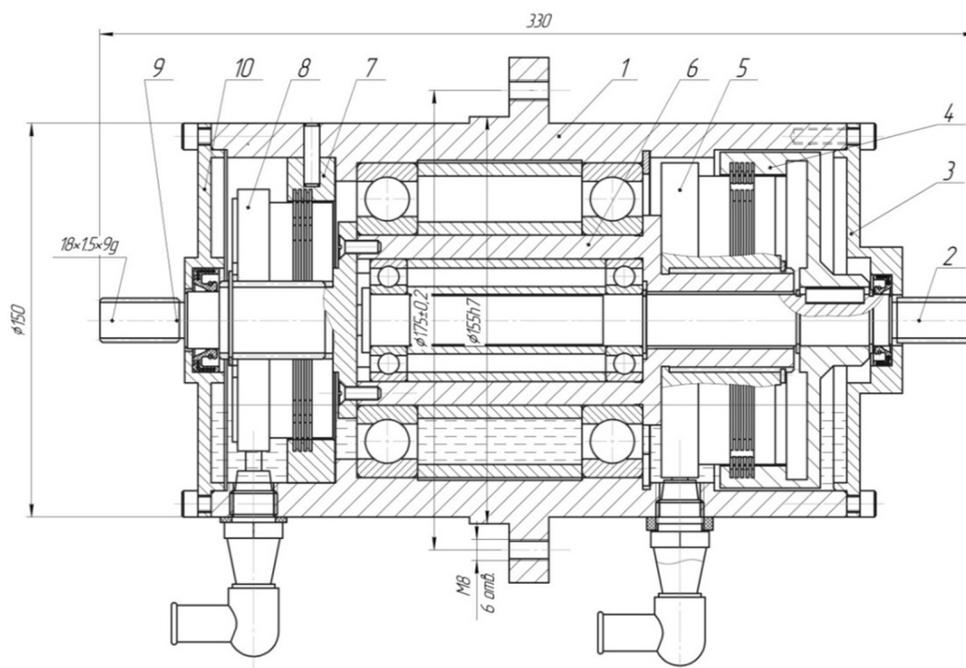


Рис. 2. Муфта сцепления-торможения: 1 – корпус; 2 – входной вал; 3 – крышка входного вала; 4 – стакан; 5 – муфта ЭТМ-092; 6 – шлицевый вал; 7 – тормозное кольцо; 8 – муфта ЭТМ-072; 9 – выходной вал; 10 – крышка выходного вала

Муфты электромагнитные серии ЭТМ с вынесенными дисками предназначены для автоматического и дистанционного управления приводами различных машин и механизмов. Такой тип муфт применяется при совершении разгона, торможения, позволяет реверсировать нагрузки, регулировать частоту вращения [6].

Муфта служит для передачи крутящего момента от электродвигателя к реверсивной коробке передач. Муфта сцепления-торможения подключается через шлицевый вал к электродвигателю, на валу которого закреплен стакан муфты ЭТМ-092. Стакан муфты вращается вместе с валом электродвигателя.

Муфта работает следующим образом. При подаче электропитания включается муфта сцепления, крутящий момент передается на внешний стакан и далее на выходной вал. Для принудительного торможения отключается электропитание муфты сцепления и подается питание на муфту торможения ЭТМ-072, при срабатывании которой выходной вал тормозит с помощью штифтов в корпусе электромагнитной муфты сцепления-торможения [3, с. 5].

Для изменения направления вращения входного вала испытываемого редуктора крутящий момент передается на реверс-коробку передач с автоматическим пневмопереключением (рис. 3).

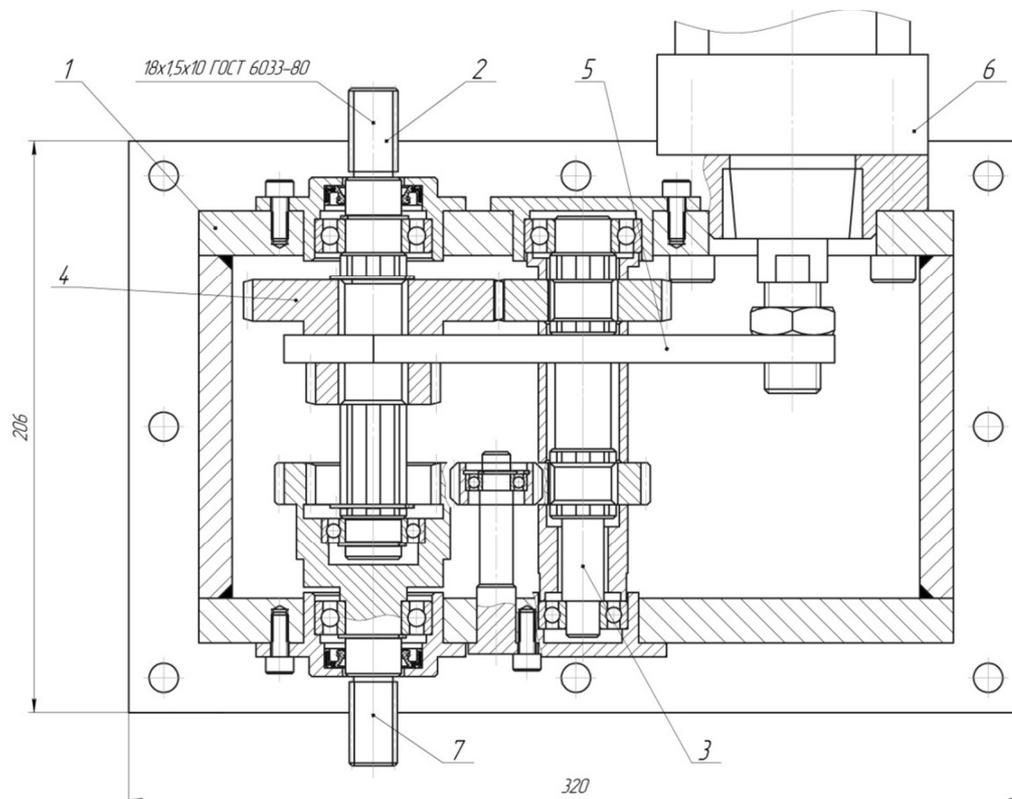


Рис. 3. Реверс-коробка передач: 1 – корпус; 2 – входной вал; 3 – вал; 4 – блок-шестерня; 5 – вилка; 6 – пневмоцилиндр; 7 – выходной вал

Для передачи крутящего момента в прямом направлении вращения шток пневмоцилиндра выдвигается, блок-шестерня передвигается с помощью вилки и входит в прямое зацепление с выходным валом [2, с. 25]. Для изменения направления вращения выходного вала коробки передач шток пневмоцилиндра задвигается, передача крутящего момента происходит через блок-шестерню на вал реверса и далее через малую шестерню на выходной вал. Все переключения необходимо осуществлять только при полной остановки реверс-коробки передач [1, с. 153].

К выходному валу реверс-коробки передач подключается испытуемый редуктор. Для контроля значения передаваемого на редуктор крутящего момента на выходной вал испытуемого редуктора устанавливается датчик крутящего момента М40 [5].

Датчики крутящего момента М40 измеряет крутящий момент от 0,1 Н·м до 300 кН·м и осуществляет работу при частотах вращения до 20 000 мин<sup>-1</sup>.

Датчик состоит из статора и ротора, между ними нет щеточных контактов и подшипников. В роторе находится упругий тензоэлемент, мало чувствительный к воздействию изгибающего момента.

Статор имеет составную конструкцию, и это обеспечивает быструю и удобную установку датчика на испытательную станцию.

Для создания необходимой нагрузки (98,0 Н·м) к выходному валу испытываемого редуктора подключается порошковая тормозная муфта ПТ16М1.

Электромагнитные порошковые нагрузочные тормоза серии ПТ [7] являются комплектующими изделиями стендов, они обеспечивают постоянный или изменяемый нагрузочный момент на валу испытательного изделия.

Для того чтобы избежать неточности изготовления и монтажа соединительных валов, на испытательном стенде предусмотрена установка компенсирующих муфт на всех составных элементах. Конструкция этих муфт позволяет убрать дополнительную нагрузку на валах и подшипниках благодаря свободе перемещения в некоторых составных частях этих муфт.

Весь процесс испытания автоматизирован с помощью электромагнитной муфты сцепления-торможения и реверс-коробки передач с пневмопереключением. Испытательный стенд обеспечен датчиком крутящего момента М40 с возможностью визуального наблюдения и регистрации полученных данных на ПК в реальном времени.

**Вывод.** Таким образом, применение стенда разработанной конструкции позволит проводить испытания редукторов на предмет их соответствия установленным техническим требованиям. Кроме того, испытательный стенд разработанной конструкции возможно применять и для испытаний других узлов и агрегатов машин.

### Список литературы

1. Биргер И. А., Шорр Б. Ф., Шнейдерович Р. М. Расчет на прочность деталей машин. М. : Машиностроение, 1966. 612 с.
2. Ильенко М. С., Гребенюк А. И., Никольский Д. Н. Расчет и проектирование зубчатых и червячных передач и редукторов. М. : Mashgiz, 1953. 588 с.
3. Орлов П. И. Основы конструирования. В 3 т. Т. 2. М. : Машиностроение, 1977. 574 с.
4. Проектирование механических передач / С. А. Чернавский и др. М. : Машиностроение, 1976. 600 с.
5. Тензометрическая техника. Датчик крутящего момента М40. URL: [http://www.donpribor.ru/sites/default/files/field/file/m40\\_2015.pdf](http://www.donpribor.ru/sites/default/files/field/file/m40_2015.pdf) (дата обращения: 12.01.2019).
6. Электромагнитные муфты серии ЭТМ. URL: <http://electra-hvac.ru/rashifrovka-etm.html> (дата обращения: 10.01.2019).
7. Электромагнитные порошковые нагрузочные тормоза серии ПТ. URL: <http://промкаталог.рф/PublicDocuments/0710230.pdf> (дата обращения: 15.01.2019).

## Reducer test board

**M.V. Simonov<sup>1</sup>, M. S. Sitnikov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>PhD of technical sciences, associate professor of the Department of machine building technology, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: [simaksim@mail.ru](mailto:simaksim@mail.ru)

<sup>2</sup>master student of the Department of machine building technology, Vyatka State University. Russia, Kirov. E-mail: [sitnikovmichael91@gmail.com](mailto:sitnikovmichael91@gmail.com)

**Abstract.** Electromagnetic drives, reducers and motors are widely used in various industrial industries, such as machine tools, heavy and light machinery, automobile machinery, aviation machinery and so on. For newly developed products at the stage of introduction into production it is necessary to carry out tests of products on special equipment.

The article presents the scheme of the test board for reducers of new design. The design of the board allows you to create and control the necessary brake torque on the shaft of the tested reducer, to provide a re-short-term operation, to change the direction of rotation of the tested unit.

The board of the new design includes the following components: electric motor, clutch-braking coupler, reverse gearbox, torque measurement sensor, powder brake coupler.

The use of the board of the developed design will allow testing of reducers for their compliance with the established technical requirements.

**Keywords:** tests, test board, reducer, coupler, load.

### References

1. Birger I. A., Shorr B. F., Shneiderovich R. M. *Raschet na prochnost' detalej mashin* [Strength calculation of machine parts]. M. Mashinostroenie (Machinery engineering). 1966. 612 p.
2. Il'enko M. S., Grebenyuk A. I., Nikol'skij D. N. *Raschet i proektirovanie zubchatyh i chervyachnyh peredach i reduktorov* [Calculation and design of gears and worm gears and reducers]. M. Mashgiz. 1953. 588 p.
3. Orlov P. I. *Osnovy konstruirovaniya* [Design basics]. In 3 vol. Vol. 2. M. Mashinostroenie (Machinery engineering). 1977. 574 p.
4. *Proektirovanie mekhanicheskikh peredach* – Designing mechanical gears / S. A. Chernavskiy, etc. M. Mashinostroenie (Machinery engineering). 1976. 600 p.
5. *Tenzometricheskaya tekhnika. Datchik krutyashchego momenta M40.* – Strain gauge technique. The torque sensor M40. Available at: [http://www.donpribor.ru/sites/default/files/field/file/m40\\_2015.pdf](http://www.donpribor.ru/sites/default/files/field/file/m40_2015.pdf) (date accessed: 12.01.2019).
6. *Elektromagnitnye mufty serii ЭТМ* - Electromagnetic clutches of ЭТМ series. Available at: <http://electra-hvac.ru/rashifrovka-etm.html> (date accessed: 10.01.2019).
7. *Elektromagnitnye poroshkovye nagruzochnye tormoza serii ПТ* – Load electromagnetic powder brake series ПТ. Available at: <http://промкаталог.рф/PublicDocuments/0710230.pdf> (date accessed: 15.01.2019).