

СТЕНДОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ ОСЕВОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Юркевич И.А.

Курганский государственный университет, г.Курган

Ключевые слова: механический выпрямитель осевого исполнения, торсионный вал, токарный станок, модульно-измерительная система, тензоусилитель телеметрический, энкодер, акселерометр.

Аннотация. В работе разработана стендовая установка для проведения комплексных исследований механического выпрямителя осевого исполнения совместно с торсионным валом. Приведены кинематическая схема и сборочный чертеж установки. Представлен перечень измеряемых параметров и технические средства, обеспечивающие их измерение. Показано, что использование токарного станка в качестве нагрузителя обеспечивает приближение условий работы выпрямителя к эксплуатационным режимам.

BENCH INSTALLATION FOR THE STUDY OF THE WORK PROCESSES OF A MECHANICAL AXIAL RECTIFIER

Yurkevich I.A.

Kurgan State University, Kurgan

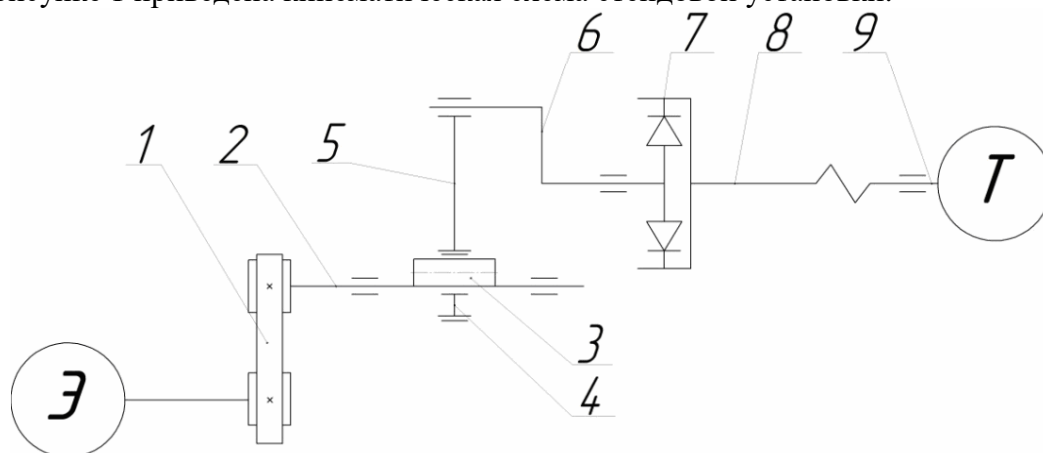
Keywords: mechanical axial rectifier, torsion shaft, lathe, modular measuring system, telemetric strain gauge amplifier, encoder, accelerometer.

Abstract. The paper presents the bench installation for conducting complex studies of a mechanical axial rectifier together with a torsion shaft. The kinematic diagram and assembly drawing of the installation are given. The list of measured parameters and technical means to ensure their measurement is presented. It is shown that the use of a lathe as a loader provides approximation of the operating conditions of the rectifier to operating conditions.

В работе [1] представлена кинематическая схема управляемого многопоточного механического бесступенчатого трансформатора момента для автотранспортных средств и достаточно подробно изложен принцип его работы. Основным конструктивным узлом такого трансформатора, от которого зависит его надежность, является выпрямитель механических колебаний (механизм свободного хода) [2, 3]. В трансформаторе используется выпрямитель осевого исполнения с дополнительными поверхностями трения и промежуточными телами качения. Такой выпрямитель обладает высокими энергетическими характеристиками [4] и обеспечивает выполнение условий самоторможения при рабочем ходе. Подробно конструкция и работа выпрямителя изложены в работе [3]. Уточнение параметров и оптимизация инерционных и упругих характеристик возможна при проведении достаточно

тонких экспериментальных исследований рабочих процессов такого выпрямителя в стендовых условиях. Разработка для этого стендовой установки является целью данной работы.

Проведение экспериментальных исследований желательно осуществлять в условиях, имитирующих работу в составе трансформатора момента. На рисунке 1 приведена кинематическая схема стендовой установки.



1-ременная передача; 2- ведущий вал; 3- внутренний эксцентрик; 4- внешний эксцентрик; 5 -шатун; 6 - коромысло; 7- выпрямитель; 8 – торсионный вал; 9-шпиндель токарного станка; Э- электродвигатель, Т – токарный станок

Рис. 1. Кинематическая схема стендовой установки

Установка включает в себя приводной электродвигатель Э, четырехзвенный преобразующий механизм, включающий в себя коромысло 6, шатун 5 и «складной кривошип». Этот кривошип состоит из внутреннего 3 и внешнего 4 эксцентриков, разворот которых относительно друг друга обеспечивает заданную амплитуду φ_0 колебаний коромысла 6. При этом радиус кривошипа образуется между осью ведущего вала 2 и осью внешнего эксцентрика 4. На рисунке 1. показана нулевая амплитуда (радиус кривошипа равен 0). Далее колебательное движение коромысла 6, жестко соединенного с ведущими частями выпрямителя 7, преобразуется в однонаправленное движение ведомых частей. Ведомые части выпрямителя через торсионный вал 8 соединены со шпинделем токарного станка 9, который выступает в роль «нагрузателя». Такое конструктивное решение принято, во-первых, исходя из условий работы выпрямителя в трансформаторе момента и, во-вторых, так как приведенные в работе [1] расчетные зависимости получены при допущении, что ведомый вал в пределах одного оборота вращается с постоянной угловой скоростью. При этом, изменяя частоту вращения шпинделя токарного станка в соответствии со штатными передаточными числами, можно обеспечить достаточно широкий скоростной диапазон, а также получить «стоповый» режим (шпиндель жестко замкнут на станину станка).

Вращение ведущего вала 2 обеспечивается от электродвигателя Э при помощи ременной передачи 1. Частота вращения вала 2 изменяется путем

сменных шкивов, имеющих разный диаметр. При этом, изменяя направление вращения электродвигателя, можно обеспечить работу четырехзвенного преобразующего механизма в режиме «параллелограмм» и «анти параллелограмм» на рабочем ходе выпрямителя. Это расширяет возможности проводимых исследований.

На рисунке 2 приведен сборочный чертеж разработанной стендовой установки. Корпус установки закрепляется неподвижно на станине токарного станка. Изменение амплитуды колебаний осуществляется при частичной разборке установки путем поворота внешнего эксцентрика (поз. 6 на рис. 2) относительно внешнего (поз. 4 и 5) и фиксации в этом положении пальцем (поз. 8). На виде И показаны возможные девять положений. При этом амплитуда колебаний может изменяться ступенчато от 0 до 0,3 рад.

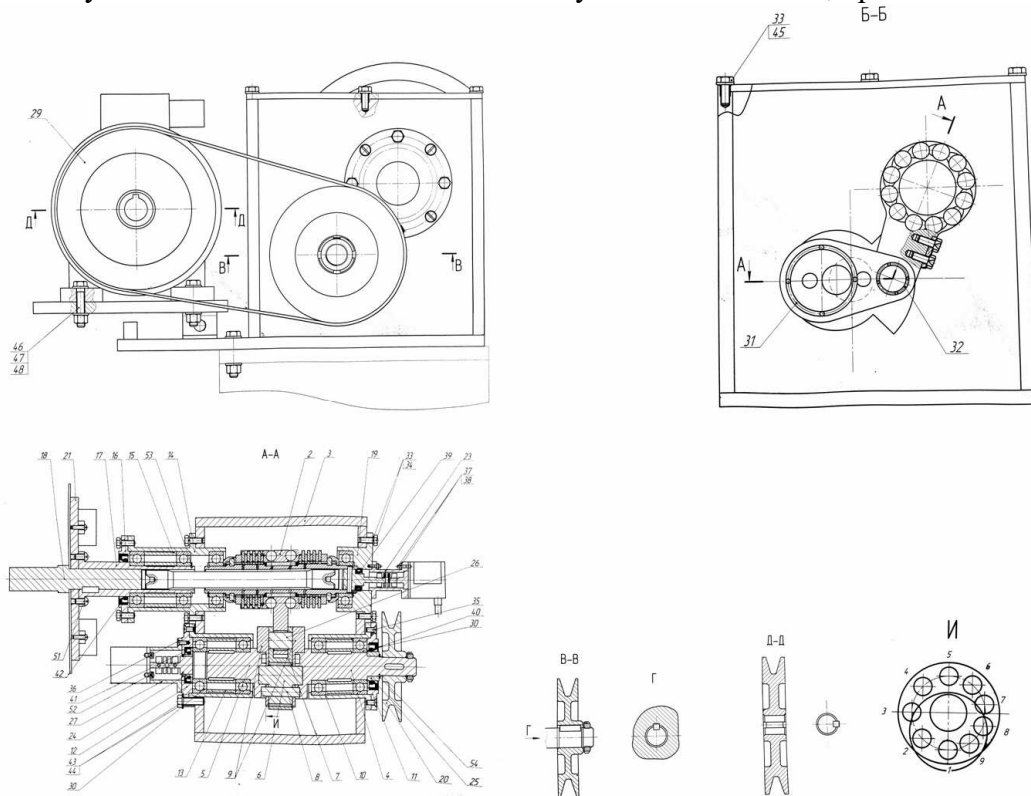


Рис. 2. Сборочный чертеж стендовой установки

Для проведения измерений в процессе исследований используется модульная измерительно-вычислительная система (МИВС) [5] функционирующая на базе персонального компьютера типа IBM PC со специальным программным обеспечением, которая обеспечивает полный цикл измерения, первичной обработки, хранения и представления измерительной информации на дисплее PC в графическом виде.

Перечень регистрируемых параметров включает в себя:

- крутящий момент на входном M_1 и выходном M_2 (торсионный вал) валах;

- частота вращения n_1 ведущего и ведомого n_2 (шпиндель токарного станка) валов;
- углы поворота головок торсионного вала;
- угловое ускорение коромысла и полумуфт механического выпрямителя.

Моменты на входном M_1 и выходном M_2 (торсионный вал) валах определяется методом тензометрии. Сигналы на вход МИВС от датчиков передаются с помощью тензоусилителей телеметрических (бесконтактных токосъемников) фирмы ООО ТИЛКОМ [6] с погрешностью $\pm 0,5\%$. При этом на входном и выходном (торсионе) валах наклеиваются розетки тензорезисторов по схеме полного моста. На рисунке 3,а приведена конструкторская проработка монтажа датчиков приемников и передатчиков ТТ01, а также схема выводов проводов с тензорезистора торсион (измерение M_2). Измерение M_1 аналогично (на рис. 2 не показано).

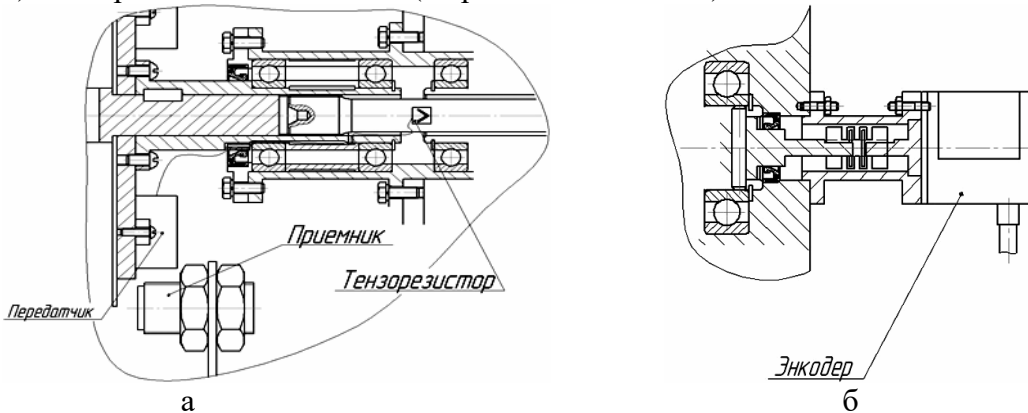


Рис. 3. Конструкторская проработка монтажа датчиков: а - приемников и передатчиков ТТ01. Схема выводов проводов с тензорезистора торсион, б - энкодеров на валы

Частота вращения входного вала n_1 определяется путем измерения угла поворота ведущего вала с помощью инкрементного энкодера (рис. 3,б) с последующим его дифференцированием. Такими же энкодерами измеряются углы поворота головок торсионного вала. На рисунке 2 не показано.

Угловое ускорение коромысла и полумуфт, а так же осевое ускорение полумуфт механизмов свободного хода определяется с помощью одноосевых акселерометров. На рисунке 4 приведен общий вид экспериментального выпрямителя с наклеенными акселерометрами. По их показаниям в соответствии с методикой, приведенной в работе [7], определяются взаимное угловое положение коромысла и полумуфт. Это позволяет экспериментально определить момент времени, в который происходит заклинивание и расклинивание выпрямителя.

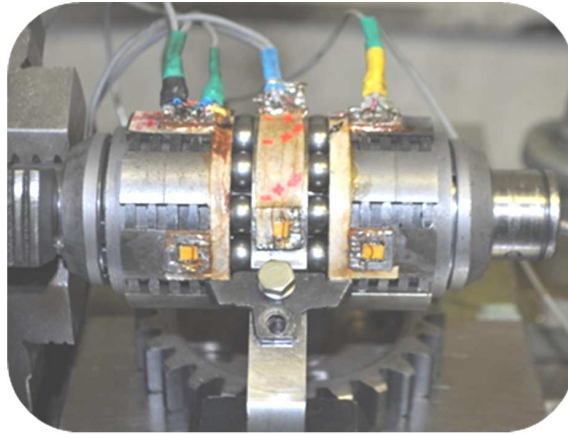


Рис. 4. Экспериментальный механический выпрямитель осевого исполнения с наклеенными акселерометрами

Таким образом, разработанная стендовая установка с использованием специального оборудования для измерения, регистрации и обработки различных параметров позволяет моделировать различные режимы работы трансформатора момента, которые необходимы для проведения исследований механического выпрямителя бесступенчатого.

Список литературы

1. Благонравов А.А. Расчет внешней характеристики механического трансформатора с колебательным движением внутренних звеньев // Вестник машиностроения. 2011. №10. С.8-13.
2. Благонравов А.А., Ревняков Е.Н. Механизмы свободного хода импульсных бесступенчатых передач // Автомобильная промышленность. 2008. №6. С. 16-18.
3. Терешин А.В., Солдаткин В.А., Юркевич И.А. Условие самоторможения механического выпрямителя осевого исполнения с промежуточными телами качения // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2019. №5. С. 44-49. DOI: 10.26160/2658-3305-2019-5-44-49.
4. Благонравов А.А. Энергетические характеристики механического выпрямителя бесступенчатых передач с регулируемой внутренней автоматичностью / А.А. Благонравов, А.А. Юркевич, А.В. Юркевич и др. // Журнал автомобильных инженеров. 2015. № 4 (93). С. 26-31.
5. Yurkevich A.V. Modular measuring and computing system performance / A.V. Yurkevich, A.V. Tereshin, V.A. Soldatkin // Инновационная наука. 2015. №10. Ч. 1. С. 41-44.
6. Тензоусилитель телеметрический ТТ01: руководство по эксплуатации. — Минск, 2014. — 15 с.
7. Терешин А.В. Способ экспериментального определения нагруженности четырехзвенного преобразующего механизма генератора колебаний механического бесступенчатого трансформатора момента // Инновационная наука. 2015. №10. С. 118-120.

References

1. Blagonravov A.A. Calculation of the external characteristics of a mechanical transformer with oscillatory movement of internal links // Bulletin of mechanical engineering. 2011. №10. P. 8-13.
2. Blagonravov A.A., Revnyakov E.N. Freewheel gears continuously variable gears // Automotive Industry. 2008. №6. P. 16-18.

3. Tereshin A.V., Soldatkin V.A., Yurkevich I.A. Self-braking condition for an axial mechanical rectifier with intermediate rolling elements // Transport, mining and construction engineering: science and production. 2019. №5. P. 44-49. DOI: 10.26160 / 2658-3305-2019-5-44-49.
4. Blagonravov A.A. Energy characteristics of a mechanical rectifier of continuously variable transmissions with adjustable internal automaticity / A.A. Blagonravov, A.A. Yurkevich, A.V. Yurkevich and others // Journal of automotive engineers. 2015. № 4 (93). P. 26-31.
5. Yurkevich A.V. Modular measuring and computing system performance / A. V. Yurkevich, A.V. Tereshin, V.A. Soldatkin // Innovative science. 2015. № 10. Ч. 1. P. 41-44.
6. Telemetric strain gauge ТТ01: operation manual. – Minsk, 2014. – 15 p.
7. Tereshin A.V. The method of experimental determination of the load of the four-link transforming mechanism of the oscillation generator of a mechanical stepless moment transformer // Innovation science. 2015. №10. P. 118-120.

Сведения об авторах:

Information about authors:

| | |
|--|--|
| <p>Юркевич Иван Андреевич – студент, Курганский государственный университет, г.Курган, Россия, Ivan47- 5a@mail.ru</p> | <p>Yurkevich Ivan Andreevich – student, Kurgan State University, Kurgan, Russia, Ivan47- 5a@mail.ru</p> |
|--|--|

Получена 30.06.2020