

УДК 621.225.001.4

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ УНИФИЦИРОВАННОГО РЯДА ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВРАЩАТЕЛЕЙ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА

Панченко А.И., д.т.н.,

Волошина А.А., д.т.н.,

Панченко И.А., асп.*

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – работа посвящена разработке стенда для испытаний унифицированного ряда высокомоментных гидравлических вращателей планетарного типа, позволяющего проводить испытания гидравлических вращателей с рабочими объемами 4000...8000 см³.

Ключевые слова– стенд, испытания, унифицированный ряд, гидравлический вращатель планетарного типа.

Постановка проблемы. В настоящее время наиболее интенсивно развивающейся отраслью машиностроения является объемный (силовой) гидропривод. Из года в год растут требования к гидроприводу, как с точки зрения расходов и давлений, так и с точки зрения быстродействия, снижения колебаний, кавитационных процессов и т.п.

Постоянно развивающийся гидропривод мобильной техники предъявляет новые требования к гидромашинам вращательного действия с очень большими (более 5000Н·м) крутящими моментами и очень низкими (до 10 об/мин) частотами вращения. Достоинствами гидропривода с высокомоментными гидромашинами являются: возможность создания безредукторного привода; высокий пусковой момент; быстрый разгон; стабилизация силовых параметров с помощью несложных демпфирующих устройств.

Поэтому, обеспечение приводов мобильной техники унифицированными высокомоментными гидромашинами является актуальной на сегодняшний день задачей.

Анализ последних исследований. Анализируя технические требования к активным рабочим органам с низкой частотой вращения и высоким крутящим моментом, можно выявить потребность в гидрофикации следующих их групп [1]: бурильная техника (буры); лесозаго-

©Панченко А. И., Волошина А. А., Панченко И. А.

*Научный руководитель - д.т.н., проф. Волошина А. А.

товительная техника (харвестерные и другие головки); коммунальная техника (транспортёры, разбрасывающие диски); и как самый крупный потребитель гидрооборудования – сельскохозяйственная техника: машины для внесения минеральных и органических удобрений (разбрасывающие диски, транспортёры); зерно-, кукурузо-, свекло- и картофелеуборочные комбайны (наклонная камера, соломотряс, транспортёры, битеры, копачи, элеваторы, шнеки); машины для химической защиты (транспортёры, мешалки); плодо- и ягодоуборочные машины (транспортёры, вибраторы, вентиляторы).

В мировой и отечественной практике создания машиностроительных гидроприводов определилась тенденция применения высокомоментных низкооборотных гидравлических вращателей [1] вместо быстроходных гидромоторов с редукторами. Представителями высокомоментных низкооборотных гидровращателей являются гидравлические вращатели планетарного типа [2] с большими (более 5000 Н·м) крутящими моментами и низкими (до 10 об/мин) частотами вращения.

Поэтому, при рассмотрении различных типов высокомоментных гидромашин, обуславливающих технический уровень современного силового гидропривода мобильной техники, наибольшего внимания заслуживают гидравлические вращатели планетарного типа. Если, теоретическим исследованиям гидравлических вращателей планетарного типа посвящено ряд работ [3-6], то работы, посвященные экспериментальным исследованиям, на сегодняшний день, практически отсутствуют.

Формулирование целей статьи (постановка задания). Разработка стенда для испытания унифицированного ряда высокомоментных гидравлических вращателей планетарного типа, обеспечивающего испытание каждого гидровращателя из унифицированного ряда с рабочим объемом от 4000 до 8000 см³, который отвечает современному техническому уровню.

Основная часть. При выполнении теоретических исследований влияния геометрических параметров элементов вытеснительной и распределительной систем гидравлического вращателя планетарного типа на его выходные характеристики [5-7] был принят ряд допущений и ограничений, поэтому с целью проверки адекватности полученных уравнений, описывающих взаимосвязь геометрических параметров и выходных характеристик гидровращателей планетарного типа необходимо провести экспериментальные исследования.

Для проведения экспериментальных исследований разработан стенд для испытания унифицированного ряда высокомоментных (до 20000 Н·м) гидравлических вращателей планетарного типа с рабочим объемом от 4000 до 8000 см³, на основании проведенных теоретических исследований.

Разработанный стенд (рис. 1) предназначен для обкатки и экспериментальных исследований гидравлических вращателей планетарного типа и работает на чистом минеральном масле марки М-8Г₂с коэффициентом кинематической вязкости от $20 \cdot 10^{-5}$ до $100 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ при температуре от 288K ($+15^\circ \text{C}$) до 343K ($+70^\circ \text{C}$) с обеспечением номинальной тонкости фильтрации до 30 мкм .



Рис. 1. Стенд для испытания гидравлических вращателей планетарного типа

Стенд позволяет производить экспериментальные исследования и обкатку как модернизированных, так и серийных гидравлических вращателей планетарного типа.

Устройство стенда и его основных частей. Разработанный стенд (рис. 1) состоит из следующих основных узлов: насосной станции, нагрузочного устройства, балансирного устройства для измерения крутящего момента планетарных гидровращателей, узла измерения расхода и изменения направления потока рабочей жидкости, узла крепления испытуемых гидровращателей планетарного типа и пульта управления.

Насосная станция (рис. 2) состоит из основания (рамы), на котором размещен гидробак (рис. 3) для рабочей жидкости, общей емкостью 1900 литров.

На боковой стенке гидробака (рис. 3) расположен фильтр тонкой очистки типа Ф-7МФ, для очистки масла на выходе из гидромотора и фильтр – для очистки масла при перекачке его из емкости для утечек (установленной под узлом крепления испытуемых гидровращателей) в бак. Дополнительно на гидробаке размещены предохранительные клапаны типа ПГ 54-35.



Рис. 2. Насосная станция

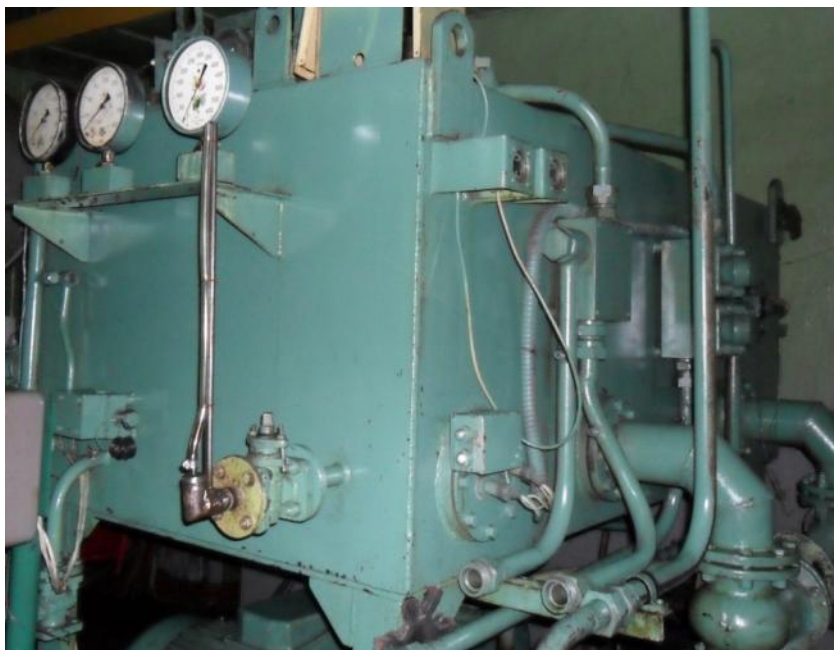


Рис. 3. Гидробак с насосом подпитки

На передней стенке расположена контрольно-измерительная аппаратура для измерения температуры рабочей жидкости перепада давления в нагнетательной и сливной магистралях – два манометра типа МТП-160 и запорные вентили (д.у. 30). На задней стенке гидробака расположен насос подпитки пластинчатого типа модели К-702 с приводным электродвигателем мощностью 2 кВт.

Во внутренней части гидробака размещено оборудование для кондиционирования рабочей жидкости – два теплообменника (змеевики для подключения охлаждающей проточной жидкости).

Рама основания насосной станции (рис. 2) представляет собой сварную конструкцию, внутри которой смонтирован насосный узел (рис. 4), состоящий из электродвигателя и насоса. Аксиально-поршневой регулируемый насос серии НАД 90/320 приводится во вращение трехфазным электродвигателем мощностью 45 кВт.



Рис. 4. Насосный узел

Нагрузочное устройство тормозного типа (рис. 5) предназначено для нагружения испытуемых гидравлических вращателей планетарного типа с рабочим объемом 2500...8000 см³ и состоит из рамы, на которой размещен порошковый тормоз типа ПТ-250, датчик импульсов и диск и тахометр типа ТЕМП-4. С целью получения необходимого тормозного момента (более 15000 Нм) на раме нагрузочного устройства предусмотрено место для установки еще одного порошкового тормоза ПТ-250.

Устройство для измерения крутящего момента (балансирное) предназначено для измерения высоких крутящих моментов (в диапазоне 600...25000 Н·м) планетарных гидровращателей (рис. 6). Устройство для измерения крутящих моментов состоит из балансир-

ной машини з весовим механізмом і рычажною системою, зв'язуваною її з порошковим тормозом нагрузочного пристрою.

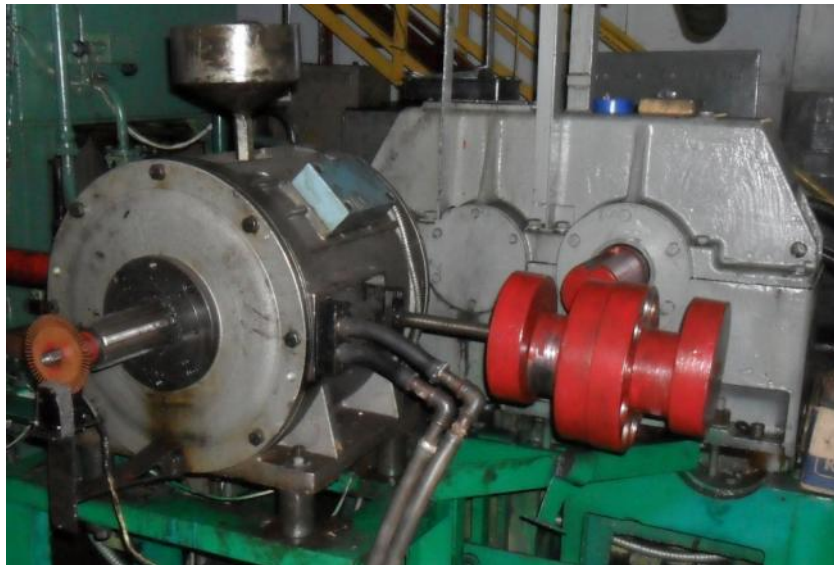


Рис. 5. Нагрузочное устройство тормозного типа с датчиком импульсов



Рис. 6. Балансирное устройство для измерения крутящего момента планетарных гидровращателей

Изменение крутящего момента гидровращателя связано с изменением угла положения корпуса порошкового тормоза, которое с помощью рычажной системы передается к весовому механизму балансирной машины и далее фиксируется стрелочным индикатором.

Узел измерения расхода и изменения направления потока рабочей жидкости (рис. 7) предназначен для измерения количества рабочей жидкости выходящей из испытуемого гидравлического вращателя и реверсирования направления вращения «вала» гидровращателя. Он состоит из рамы, на которой размещены распределитель с электроуправлением (схема исполнения 574Е) и аксиально-поршневой гидромотор МП-90 с датчиком импульсов.



Рис. 7. Узел измерения расхода и направления потока рабочей жидкости

Рабочая жидкость, выходящая из испытуемого гидравлического вращателя, проходит через аксиально-поршневой гидромотор, который без нагрузки имеет очень высокий объемный КПД и на валу которого установлено импульсное устройство, подающее сигналы к счетчику жидкости.

Узел крепления гидровращателей планетарного типа (рис. 8) представляет собой основание, выполненное в виде станины, на которой закреплены мультипликатор и устройство, компенсирующее планетарное движение корпуса гидровращателя.

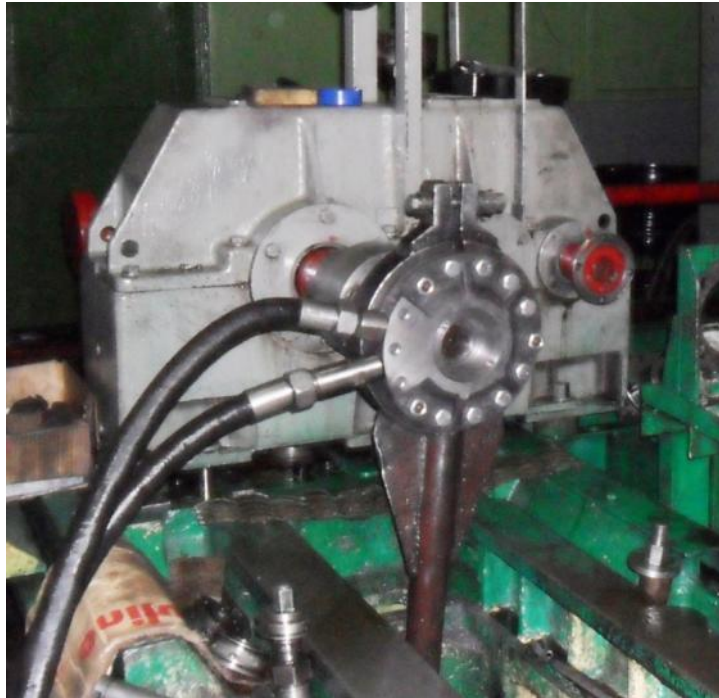


Рис. 8. Узел крепления испытуемых гидравлических вращателей планетарного типа

Испытуемый гидравлический вращатель устанавливается на вал мультипликатора (редуктора, включенного по схеме мультипликатора) и закрепляется в компенсирующем устройстве. Рабочая жидкость подается к гидровращателю с помощью гибких трубопроводов. Выходной вал мультипликатора через соединительную муфту соединен с порошковым тормозом нагрузочного устройства.

Пульт управления (рис. 9) предназначен для соответствующего управления электрическими элементами стенда: приводным электродвигателем насоса, распределителем потока рабочей жидкости, порошковым тормозом, контрольно-измерительной аппаратурой и т.д.

Работа гидравлического стенда. Расположение, взаимосвязь и работа основных элементов стенда для испытания гидравлических вращателей пояснены с помощью принципиальной гидравлической схемы (рис.10).

Рабочая жидкость, необходимая для проведения испытаний находится в баке 14 объемом 1900 литров. При испытаниях рабочая жидкость из бака 14, с помощью пластинчатого насоса подпитки 1.2. подается к регулируемому аксиально-поршневому насосу 1.1. приводимому в движение электродвигателем 3.1. Насос подпитки 1.2. приводится в движение электродвигателем 3.2. От насоса 1.1 жидкость поступает на распределитель 9 и от него к испытуемому гидравлическому вращателю 2.1. Давление рабочей жидкости в напорной магистрали контролируется манометром 10.1. Рабочая жидкость, выходя-

щая из гидровращателя 2.1. через распределитель 9, поступает к фильтру тонкой очистки 7.1. аксиально-поршневому гидромотору 2.2. фильтру тонкой очистки 7.2. теплообменнику 8 и далее возвращается в гидробак 14.



Рис. 9. Пульт управления

При испытаниях гидравлического вращателя 2.1, в качестве нагрузки, для создания необходимого тормозного момента, работает порошковый тормоз 5, который последовательно связан с мультипликатором 4 и гидровращателем 2.1. Мультипликатор 4 представляет собой редуктор, подключенный «наоборот» в режиме мультипликатора, т.е. гидровращатель 2.1 подключен к тихоходному валу редуктора (мультипликатора) 4, с целью повышения его (вращателя) частоты вращения для согласования с частотой вращения вала порошкового тормоза 5 нагрузочного устройства. Изменение крутящего момента определяют по показаниям индикатора балансирной машины 12.

Распределитель 9 обеспечивает реверсивное направление вращения испытуемого планетарного гидровращателя 2.1. Давление на входе и выходе испытуемого гидровращателя 2.1 контролируется с помощью манометров 10.2 и 10.3.

Частота вращения «вала» испытуемого гидравлического вращателя определяется с помощью тахометра 11.2 типа ТЕМП-4, связанного с датчиком импульсов и счетным диском, установленным на валу мультипликатора порошкового тормоза 5.

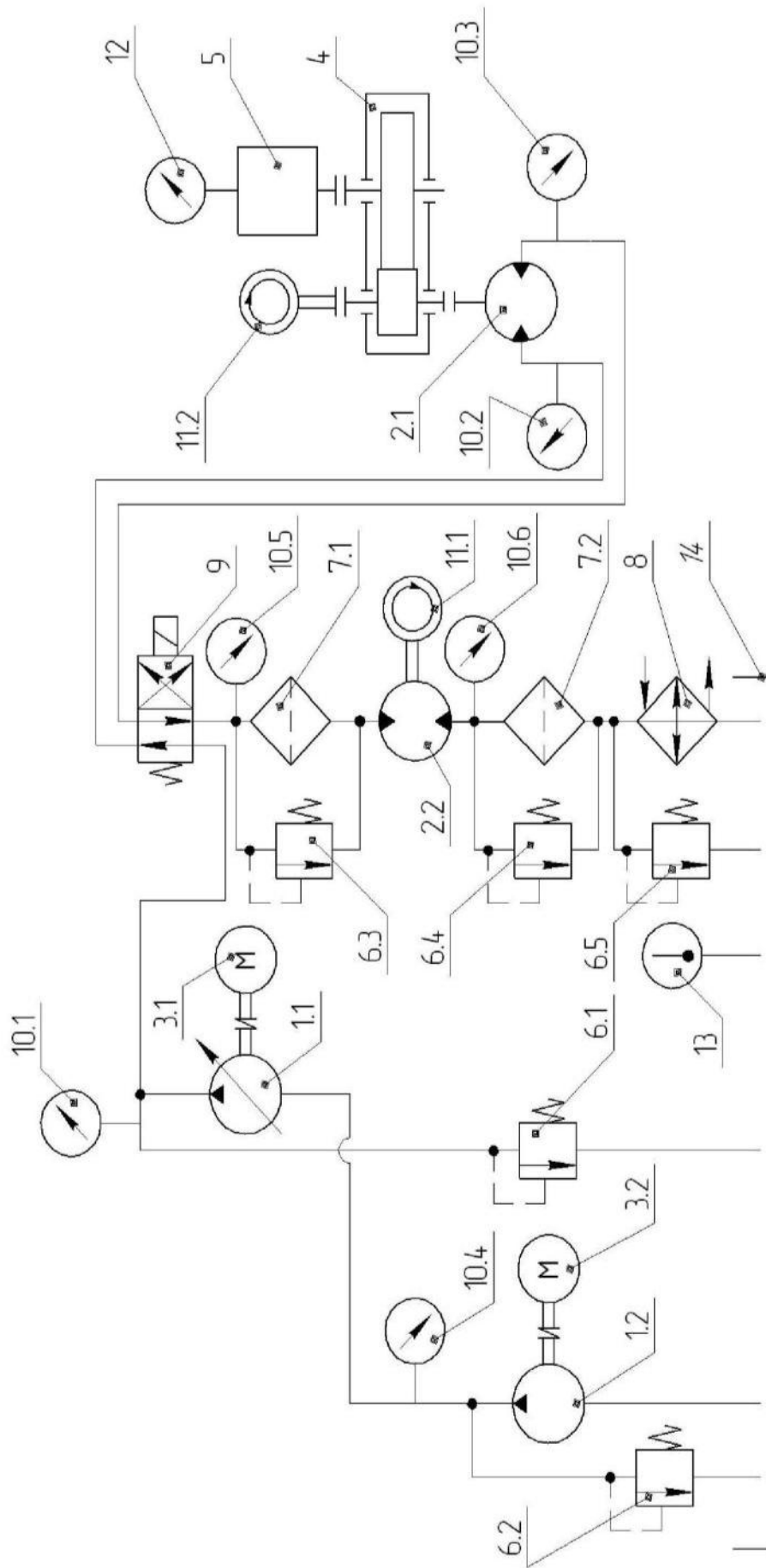


Рис. 10. Принципіальна гідролічеська схема станда для испытаній високомоментних гідровращателів планетарного типу: 1.1 – насос; 1.2 – насос підпитки; 2.1 – насос підпитки; 2.2 – аксильно-поршневої гідромотор; 3.1, 3.2 – електродвигатели; 4 – редуктор; 5 – планетарний тормоз; 6.1...6.5 – прехохранительні клапани; 7.1, 7.2 – фільтри тонкої очистки; 8 – теплообмінник; 9 – гідрораспределитель; 10.1...10.6 – манометри; 11.1, 11.2 – тахометри; 12 – балансірна машина; 13 – термометр; 14 – гидробак.

Расход рабочей жидкости, прошедшей через испытуемый гидравлический вращатель, определяется косвенно по частоте вращения вала тарированного аксиально-поршневого гидромотора 2.2. определяемой тахометром 11.1.

Конденсирование рабочей жидкости в испытательном стенде осуществляется с помощью фильтров и охладителя. С помощью фильтров тонкой очистки 7.1 и 7.2 происходит фильтрация рабочей жидкости. Замена фильтрующих элементов в фильтрах 7.1 и 7.2 происходит после их полного загрязнения, определяемого по показаниям манометров 10.5 и 10.6.

Необходимая температура рабочей жидкости в баке 14 обеспечивается теплообменником 8 состоящего из двух змеевиков с принудительным охлаждением проточной водой. Температура контролируется термометром 13.

Для предотвращения перегрузок, возникающих при испытаниях планетарного гидровращателя 2.1. параллельно насосу 1.1 установлен предохранительный клапан 6.1. Давление рабочей жидкости на выходе из насоса 1.1 контролируется манометром 10.1.

Переливной клапан 6.2 установлен параллельно насосу подпитки 1.2 с целью обеспечения необходимого подпора рабочей жидкости на входе в насос 1.1. Давление жидкости в магистрали подпитки (на выходе из насоса 1.2) контролируется манометром 10.4.

Для обеспечения необходимого проходного сечения при сливе рабочей жидкости при прохождении ее через фильтры тонкой очистки 7.1 и 7.2, а также через охладитель 8, параллельно им установлены переливные (предохранительные) клапаны 6.3, 6.4 и 6.5.

По данным результатов измерений перепада давления и крутящего момента расчетным путем определяют механический КПД, а по результатам измерений частоты вращения «вала» гидравлического вращателя и расхода рабочей жидкости – объемный КПД. Общий КПД, затраченная и полезная мощности также определяются расчетным путем.

Выводы. В результате выполненных исследований разработан стенд для проведения испытаний высокомоментных гидравлических вращателей планетарного типа, обоснованы и выбраны его элементы, позволяющий провести экспериментальные исследования каждого гидровращателя из унифицированного ряда с рабочим объемом от 4000 см³ до 8000 см³.

Литература:

1. *Панченко А.И.* Основные направления гидрофикации мобильной техники / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, Ю.П. Обернихин* // Праці ТДАТУ. – Мелітополь. – 2013. – Вип. 13. – т.6. – с. 3-19.
2. *Волошина А.А.* Конструктивные особенности гидромашин

планетарного типа, применяемых в гидроагрегатах мобильной техники / *А.А. Волошина* // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь. – 2013. – Вип.3. – т.1.– с. 61-82.

3. *Ерасов Ф.Н.* Новые планетарные машины гидравлического привода / *Ф.Н. Ерасов.* – Киев.: УкрНИИНТИ, 1969. – 55 с.

4. *Волошина А.А.* Классификация планетарных гидромашин, применяемых в силовых гидроприводах мобильной техники / *А.А. Волошина* // Праці ТДАТУ.– Мелітополь, 2011.– Вип. 11.– т.1.– С. 67-85.

5. *Панченко А.И.* Конструктивные особенности и принцип работы гидровращателей планетарного типа / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, В.П. Кувачев, И.А. Панченко* // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2012. – Вип. 12. – Т.3. – С. 174-184.

6. *Панченко А.И.* Обоснование путей улучшения выходных характеристик гидровращателей планетарного типа / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, И.И. Милаева, Д.С. Титов* // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2009. – Вип. 9. – Т.5. – С. 68-74.

7. *Панченко А.И.* Математическая модель рабочих процессов гидравлического вращателя планетарного типа в составе гидроагрегата / *А.И. Панченко, А.А. Волошина, И.А. Панченко* // Промислова гідрравліка і пневматика. – 2014. –№1 (43). – С. 29-41.

РОЗРОБКА СТЕНДУ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ УНІФІКОВАНОГО РЯДУ ГІДРАВЛІЧНИХ ОБЕРТАЧІВ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПУ

Панченко А.І., Волошина А.А., Панченко І.А.

Анотація – робота присвячена розробці стенду для випробувань уніфікованого ряду високомоментних гідравлічних обертачів планетарного типу, що дозволяє проводити випробування гідравлічних обертачів з робочими об'ємами 4000...8000 см³.

DEVELOPMENT OF A STAND FOR TESTING OF PLANETARY HYDRAULIC ROTATORS UNIFIED SERIES

A. Panchenko, A. Voloshina, I. Panchenko

Summary

A paper is devoted to the development of a test bench for testing of the unified series of high-torque planetary hydraulic rotators which allow to probe the hydraulic rotators with displaced volume of 4000...8000 cm³.