

УДК 621.825.6-192

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ УПЛОТНЕНИЙ ТУРБОНАСОСНЫХ АГРЕГАТОВ

С. П. Ереско, Д. А. Кузьмин, Е. В. Кукушкин, А. А. Орлов

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газ. «Красноярский рабочий», 31
*E-mail: dmityai@mail.ru

Приведен обзор конструкций стендов для испытания уплотнений турбонасосных агрегатов. Разработана конструкция имитатора уплотнительного узла для испытаний уплотнений турбонасосных агрегатов, где осуществляется подвод рабочей жидкости в область расположения контактного уплотнения, а утечки рабочей жидкости замеряются в камере отвода рабочей жидкости, вращающийся вал закреплен на подшипниках, которые запрессованы в корпус, к которому приварен штуцер, на корпус установлена крышка, которая прижимает подшипники, между которыми установлена втулка, а штуцер, с помощью которого осуществляется подвод рабочей жидкости прижимается к корпусу с помощью винтов. Предлагаемая конструкция позволит выполнить экспериментальные исследования контактных уплотнений турбонасосных агрегатов более широкой номенклатуры исследуемых уплотнений, повысить надежность и точность результатов испытаний.

Ключевые слова: имитатор, уплотнения, стенд для испытаний, конструкция стенда, сравнительный анализ.

STAND FOR TESTING OF TURBO-PUMP UNIT SEALS

S. P. Eresko, D. A. Kuzmin, E. V. Kukushkin, A. A. Orlov

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarsky Rabochoy Av., Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
*E-mail: dmityai@mail.ru

An overview of the stand design for testing seals of turbopump units is given. A simulator was designed for a sealing unit for testing seals of turbopump units where the working fluid is supplied to the contact seal location area, and the working fluid leaks are measured in the working fluid outlet chamber; the body has a cover installed which presses the bearings between which the sleeve is installed, and the nozzle with which the working fluid is supplied is pressed etsya to the chassis with screws. The proposed design will allow to carry out experimental studies of contact seals of turbopump units of a wider range of seals under study, to increase the reliability and accuracy of test results.

Keywords: simulator, seals, test bench, bench design, comparative analysis.

Анализ конструкций выявил ряд устройств, направленных на решение поставленных задач, таких как испытание уплотнений. Известен стенд для испытания уплотнений [1], стенд снабжен измерительной системой, включающей в себя съемные камеры сбора утечек рабочей жидкости, выполненные в виде цилиндрических колец из гигроскопического упругого материала, установленных на штоках в опорах плавающего типа, имеющих форму усеченного тора и тензометрические втулки, соединенные с регистрирующей аппаратурой посредством экранированного электрического кабеля, штоки соединены между собой с помощью тензоизмерительной втулки и имеют на свободных концах дополнительные тензоизмерительные втулки, взаимодействующие с опорами плавающего типа, контактирующими с регулировочными винтами, установленными в резьбовых отверстиях рамы, а также стенд содержит привод перемещения гидроцилиндра, включающий в себя цепную передачу, кинематически связанную с корпусом гидроцилиндра

посредством зажима, имеющего плоскую площадку с прорезью, размером, превышающим диаметр звездочек цепной передачи, на одном из звеньев цепи которой перпендикулярно оси движения цепи расположен шип, контактирующий с площадкой посредством прорези.

Недостаток стенда: невозможно проводить испытания при постоянной скорости движения штоков, так как привод перемещения выполнен в виде кривошипно-кулисного механизма, а также отсутствуют средства измерения утечек рабочей жидкости и усилий трения.

Известен стенд для испытания уплотнений [2], содержащий закрепленный на раме гидроцилиндр, имеющий поршень с двусторонним штоком и приводом перемещения, испытываемые уплотнения и устройство для создания заданного давления в полостях гидроцилиндра, в двустороннем штоке выполнено коаксиальное отверстие, имеющее ходовую резьбу, входящую в зацепление с размещенным в отверстии ходовым винтом, установленным в опорах рамы и соединенным с реверсивным электродвигателем, при этом шток установлен с возможностью возвратно-поступательного перемещения по направляющим рамы до контакта упоров, неподвижно закрепленных на торцах штока, с переключателями, а устройство для создания давления выполнено отдельно для каждой полости гидроцилиндра в виде последовательно соединенных регулируемого дросселя и обратного клапана, размещенных в перепускных отверстиях поршня. Недостаток стенда: сложность конструкции, малая точность, низкая надежность из-за наличия большого количества узлов, значительные габаритные размеры и наличие специальной термокамеры больших габаритов со специальными патрубками и отверстиями в ее стенках.

Известен стенд для испытания торцовых уплотнений [3], состоящий из испытательной камеры, электродвигателя, вала стенда и гидронасоса, введен поддон для слива масла, соединенный трубопроводами с испытательной камерой через вентили, а смазка радиальных и радиально-упорного подшипников качения осуществляется автономно гидронасосом смазки подшипников, испытательная камера имитирует корпус насоса, в которую устанавливается испытываемое торцовое уплотнение; испытательная камера крепится к корпусу опорного узла, причем консольная часть вала стенда имитирует вал насоса, а сам вал стенда установлен горизонтально в корпусе опорного узла на радиальных и радиально-упорном подшипниках качения, гидронасос с помощью трубопроводов соединен с испытательной камерой, а регулировочный клапан выполнен с возможностью поддержания заданного давления в испытательной камере в пределах от 0,5 до 80 МПа, которое контролируется манометром. Недостаток стенда: ограниченность функциональных возможностей, стенд не обеспечивает проведение длительных гидравлических испытаний на герметичность.

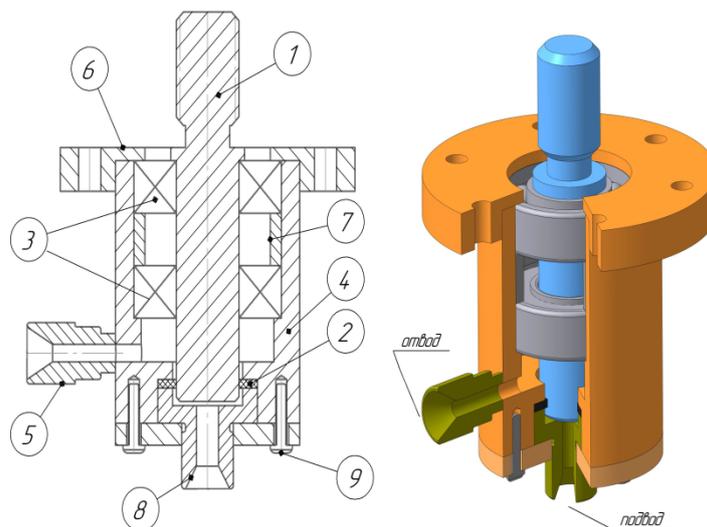
Известен стенд для испытаний торцовых уплотнений валов циркуляционных насосов [4], содержащий постамент, силовой корпус, размещенный вертикально на двух опорах вал, причем на валу закреплена втулка-имитатор вала насоса, торцовое уплотнение насоса, установленное на втулку-имитатор и силовой корпус, а также электродвигатель, расположенный в нижней части стенда и соединенный через муфту с валом и через станину с силовым корпусом, отличающийся тем, что силовой корпус снабжен шахтой, в которой установлены опоры вала, в верхней части силового корпуса и вала установлено щелевое уплотнение, состоящее из выгородки и отражателя, торцовое уплотнение опертно на втулку-имитатор через регулировочное кольцо, между электродвигателем и валом через регулировочное кольцо размещена гибкая муфта, а силовой корпус установлен на постаменте через систему клиновых шайб. Такая конструкция обеспечивает более доступный монтаж-демонтаж испытываемого торцового уплотнения.

Недостаток стенда: все части стенда (постамент, силовой корпус, уплотнение) соединены между собой жестко и без регулировок, что может привести к перекосам при монтаже, к нарушению гидравлических нагрузок на испытываемом уплотнении и искажению результатов испытаний, поскольку не предусмотрен отвод протечек от испытываемого уплотнения, то это может привести к заливанию ниже расположенных подшипников и электродвигателя и вывести его из строя, установка третьего подшипника проблематична без замера истинных размеров, что может привести к его перегреву и выходу из строя.

На основе выше приведенного анализа, разработана конструкция имитатора для испытания контактных уплотнений турбонасосных агрегатов (см. рис. 1).

При вращении вала 1, осуществляется подвод рабочей жидкости в область, где расположено контактное уплотнение 2, а утечки рабочей жидкости замеряются в камере отвода рабочей жидкости, вал закреплен на подшипниках 3, которые запрессованы в корпус 4, к которому приварен штуцер 5, на корпус установлена крышка 6, которая прижимает подшипники 3, между которыми установлена втулка 7, а штуцер 8, с помощью которого осуществляется подвод рабочей жидкости прижимается к корпусу 4 с помощью винтов 9.

В качестве маслonaсосной станции использовался стенд для испытания карданных передач, описание которого представлено в работах [5–10]. Привод вращения осуществлялся высокоскоростным электродвигателем с регулированием скорости вращения вала.



Имитатор для испытания контактных уплотнений ТНА

Предлагаемая конструкция имитатора обеспечивает более доступный монтаж-демонтаж испытуемого уплотнения турбонасосного агрегата.

Стенд позволяет проводить испытания уплотнений на герметичность и усилия трения при широком варьировании скорости вращения уплотняемого вала, а также позволяет устанавливать различные уровни давления в уплотняемой полости имитатора, что обеспечивает расширение возможностей стенда при испытании уплотнений.

Предлагаемая конструкция позволяет значительно уменьшить количество деталей и узлов конструкции, что кроме уменьшения габаритных размеров стенда, снижения затрат на его изготовление и эксплуатацию, позволит повысить надежность стенда, а также повысить точность испытаний для совершенствования уплотнительных узлов турбонасосных агрегатов [11].

В настоящее время моделируются конструкции уплотнительных деталей и готовятся опытные образцы уплотнений, выполненные из различных материалов для проведения предварительных испытаний конструкции предлагаемого стенда.

Библиографические ссылки

1. Пат. 2232323 Российская Федерация, МПК F16J 15/00, Стенд для испытания уплотнений /Ереско С.П., Ереско Т.Т., Грибов., А.Ю.Ереско., А.С. Ереско., В.С. Васильев., С.И. № 2003114182/06 ; заявл. 13.05.2003 ; опубл. 10.07.2004, Бюл. № 19.
2. Пат. 114496 Российская Федерация, МПК F16J 13/00, F16J 15/00. Стенд для испытания уплотнений /Ереско Сергей Павлович, Ереско Татьяна Трофимовна, Ереско Владимир Сергеевич, Меновщиков Владимир Александрович, Янюшкин Александр Сергеевич. № 2011126727/06 ; заявл. 29.06.2011 ; опубл. 27.03.2012, Бюл. № 9.
3. Пат. 127916 Российская Федерация, МПК G01M 13/00. Стенд для испытания торцевых уплотнений /Хлюпин Владимир Вячеславович, Волков Николай Иванович. № 2012138931/28; заявл. 12.09.2012 ; опубл. 10.05.2013, Бюл. № 13.

4. Пат. 2604778 Российская Федерация, МПК F04B 51/00, G01M 3/04, F04D 29/12. Стенд для испытаний торцевых уплотнений валов циркуляционных насосов /Бабушкин Сергей Владимирович, Бушмакин Андрей Николаевич, Гладков Виктор Владимирович, Зиновьев Владимир Борисович. № 2015142523/06 ; заявл. 06.10.2015 ; опубл. 10.12.2016, Бюл. № 34.
5. Ереско С. П., Ереско Т. Т., Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., Михеев А. Е. Сравнительный анализ конструкций испытательных стендов для испытания карданных шарниров / Сибирский журнал науки и технологий. 2017. Т. 18, № 4. С. 902–909.
6. Кукушкин Е. В., Ереско С. П., Ереско Т. Т., Меновщиков В. А., Орлов А. А. Конструкция стенда для проведения испытаний карданных шарниров на игольчатых подшипниках в широком диапазоне размеров с изменением угла излома карданной передачи / Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2016. № 2. С. 58–73. DOI: 10.15593/24111678/2016.02.05.
7. Ереско А. С., Ереско С. П., Ереско Т. Т., Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., Орлов А. А. Расчет гидравлической системы тормозного устройства стенда для испытания трансмиссий транспортно-технологических машин / Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2016. №4 с. 60-79. DOI: 10.15593/24111678/2016.04.06.
8. Стручков А. В., Кукушкин Е. В., Ереско С. П., Ереско Т. Т. Определение динамических параметров привода экспериментального стенда для исследования карданных передач / Вестник СибГАУ. 2016. Том 17 №3. с. 638–644.
9. Eresko S. P., Eresko T. T., Kukushkin E. V., Method of preparation of the experiment for investigation of universal joints on needle bearings / Сибирский журнал науки и технологий. 2018. Т. 19, № 1. С. 120–136.
10. Ереско С. П., Ереско Т. Т., Кукушкин Е. В., Меновщиков В. А., Хоменко И. И. Планирование эксперимента по исследованию карданных передач на игольчатых подшипниках / Вестник СибГАУ. 2016. Том 17 №4. с. 1062–1071.
11. Орлов А.А., Ереско С. П. Совершенствование уплотнительных узлов в турбонасосных агрегатах // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы Междунар. науч. конф.; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2014. С. 150–151.

© Ереско С. П., Кузьмин Д. А., Кукушкин Е. В., Орлов А. А., 2019